

Der Einfluß der Superphosphat-Einstreu
auf das Stallklima,
Gesundheit und Leistung der Schweine

Sigrid von Waldthausen

1963

Institut für Mikrobiologie und Infektionskrankheiten der Tiere
der Universität München

Kom. Leiter: Prof. Dr. M. Rolle

DER EINFLUSS DER SUPERPHOSPHAT-EINSTREU
AUF DAS STALLKLIMA, GESUNDHEIT
UND LEISTUNG DER SCHWEINE

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der veterinärmedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

von

Sigrid von Waldthausen

aus

Neuß am Rhein

München 1963

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. K. Ullrich

Referent: Prof. Dr. M. Rolle

Tag der mündlichen Prüfung: 22.2.1963



INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. Einleitung	1
II. Literatur	2
1. Einführung des Superphosphats in die Landwirtschaft	3
2. Seine Düngewirkung	3
3. Ammoniakkonservierung durch Sp.	4
4. Beeinflussung des Stallklimas	6
5. Beziehungen zwischen Stallklima und Mastleistung beim Schwein	10
6. Fluorschädigungen durch Sp.	11
7. Einfluß von Sp. auf das Bakterienwachstum	14
III. Eigene Untersuchungen	18
1. Material und Methodik	18
a) Versuchsställe	18
b) Versuchstiere	19
c) Temperaturmessung	20
d) Messung der relativen Luftfeuchtigkeit	20
e) Messung des CO ₂ -Gehalts in der Stallluft	21
f) Messung des NH ₃ -Gehalts in der Stallluft	22
g) Isolierung der Bakterien aus dem Kot Herstellung der Keimsuspensionen und der benutzten Sp. -Lösungen	22
2. Stallklimatische Untersuchungen	24
a) Allgemeines	24
b) Temperatur	25
c) Luftfeuchtigkeit	37
d) CO ₂ -Gehalt der Stallluft	54
e) NH ₃ -Gehalt der Stallluft	59

	Seite
3. Gewichtszunahmen und Futterverwertung	65
4. Beeinflussung des Gesundheitszustandes der Tiere durch Sp.-Beifütterung	69
5. In vitro-Versuche mit Sp. und Bakterien- suspensionen	70
a) Zugabe verschiedener Mengen Sp.-Lösung zu den Keimsuspensionen	71
b) Verschieden lange Einwirkungsdauer des Sp. auf die Keime	72
IV. Besprechung der Ergebnisse	76
V. Zusammenfassung	81
VI. Literaturverzeichnis	83
Lebenslauf	92

I. EINLEITUNG

Superphosphat (Sp.) ist ein aus Rohphosphaten durch Zusatz von Schwefelsäure hergestelltes Düngemittel. Seine Anwendung in der Landwirtschaft als Phosphatquelle ist alteingeführt.

Eine schon lange bekannte Eigenschaft des Sp. ist der Stickstoff-konservierende Einfluß bei Zusatz des Mittels zu Stapelmist und Jauche.

In neuerer Zeit haben sich verschiedene Autoren mit der Bedeutung des Sp. in stallhygienischer Sicht, bei Einstreu in die Ställe, befaßt. Hierbei handelt es sich um die dem Sp. zugeschriebenen luftverbessernden Eigenschaften, insbesondere die Verringerung des Ammoniakgehalts und der Luftfeuchtigkeit bei Einstreu des Mittels in die Ställe. Untersuchungen über diese Fragen sind bisher noch sehr wenig zahlreich.

Eine weitere wesentliche dem Sp. zugeschriebene Eigenschaft ist seine bakteriostatische und bakterizide Wirkung einerseits gegenüber den ammoniakbildenden Fäulnisserregern, andererseits gegenüber gewissen Krankheitserregern, unter diesen insbesondere den mastitiserregenden Keimen. Es existieren über den Einfluß des Sp. auf Krankheitserreger einige statistische Aufstellungen und wenige Laborversuche.

Mir wurde die Aufgabe gestellt, durch stallklimatische Untersuchungen im Schweinestall den Einfluß der Sp.-Einstreu auf die Klimakomponenten sowie auf die Gesundheit der Tiere zu prüfen.

II. LITERATUR

1. Einführung des Superphosphats in die Landwirtschaft

Speter (50) berichtet über Gotthold Escher, Schuldirektor in Brunn, von dem der erste Vorschlag stammt, "durch Zusatz einer wohlfeilen, nicht zu kräftigen Säure" aus Knochenmehl das Düngemittel Sp. herzustellen. 1835, fünf Jahre vor den Arbeiten Liebig's, wurde diese seine Überlegung in den Mitteilungen der Brünner Ackerbaugesellschaft publiziert.

Packard (37) teilt mit, daß 1840 Liebig in Gießen es für das unzweifelhaft beste Verfahren hält, den zerpulverten Knochen zur Hälfte des Gewichts mit verdünnter Säure zu versetzen, und diese Masse dann mit 100 Teilen Wasser vermischt als Düngemittel zu verwenden.

Nach Mitteilungen von Schmitt (46) geschah die wirtschaftliche Auswertung dieser Idee dann zuerst in England durch Flemming, der Sp. als "German Compost" in den Handel brachte, sowie durch Lawes u. Gilbert, die es fabrikmäßig herstellten und "Superphosphate of Lime" nannten. Es existiert aus dieser Zeit ein Briefwechsel, der die Zusammenarbeit zwischen den Leitern dieser ersten englischen Sp.-Fabrik in Deptford und Liebig in Gießen dokumentiert.

Als Phosphorquellen dienten später nicht mehr Knochenmehl, Peruguano oder in England gefundene Koprolithe, sondern Rohphosphate aus Nordamerika und Nordafrika.

Durch Kekulé (22), einem Liebig-Schüler, wurden dann auch die chemischen Grundvorgänge bei der Sp.-Herstellung aufgedeckt, die hauptsächlich in einem durch die Schwefelsäure verursachten Entzug von CaO aus den Knochen und in der dadurch bedingten stärkeren Löslichmachung des PO_5 bestehen.

2. Seine Düngewirkung

Frühstorfer (14) teilt mit, daß schon im vorigen Jahrhundert die Vermischung des Sp. mit Stallmist zum Zweck der Ammoniakkonservierung beschrieben wurde. Trotzdem aber befaßte man sich vorläufig fast ausschließlich mit der Wirkung des Sp. als Düngemittel.

Sp. besteht zum überwiegenden Teil aus Monocalciumphosphat mit etwas freier Phosphorsäure und Gips. Die Löslichkeit der Phosphorsäure wird als Bewertungsmaßstab der verschiedenen Industrieprodukte benutzt und gilt auch als Gradmesser für ihre Düngewirkung. Die Wasserlöslichkeit beträgt dabei 90 % der meist zu 18 % vorhandenen Phosphorsäure.

Zimmerley (60) berichtet über die Wurzel-Resorptionssteigerung durch die Phosphorsäurekonzentration im Boden.

Chancrin (4) referiert über eigene und fremde Untersuchungen, die sich vergleichend mit der Phosphorsäurelöslichkeit verschiedener Phosphorsäuredüngemittel befassen, wobei die Löslichkeit der Phosphorsäure im Sp. am günstigsten beurteilt wird.

Zur Illustration der Phosphorsäurelöslichkeit dient ein Versuch mit Mikroaufnahmen von Keller (23): Azotobakterkolonien im Boden, zu deren Nährstoffen Phosphorsäure gehört, bilden sich reichlich in einer Sp.-Düngergzone, im Vergleich zum geringeren Wachstum in mit Kalkphosphat und Thomasmehl gedüngten Zonen.

Trotz dieser hohen Phosphorsäurelöslichkeitswerte kommen jedoch verschiedene Autoren, Trömel (56), Schmitt und Jungermann (47), von der Paauw (36) übereinstimmend zu dem Schluß, daß keine Ertragssteigerungen durch Sp. gegenüber z.B. Rhenaniaphosphat und Thomasmehl auf normalen Böden vorliegen.

Kreybig (26) bestätigt diese relativ schlechten Erfahrungen mit Sp. und erklärt sie durch den im Boden stattfindenden Verlust des Mittels an Phosphorsäurelöslichkeit. Nach seinen Erfahrungen liegt der Wert des Sp. in seiner Verbesserung der Qualität von Stapelmist.

Frühstorfer (13) hebt hervor, daß die Ausnutzung der Sp.-Phosphorsäure durch ihre Einverleibung in den Mist erheblich gesteigert wird.

3. Ammoniakkonservierung durch Superphosphat

In der 1929 gegründeten dreisprachigen Zeitschrift "Superphosphate" fand ich die NH_3 -konservierenden Eigenschaften des Sp. zum ersten Mal erwähnt in einem Artikel von Hill u. Hendrick (18) 1936. Hier werden besonders die Eigenschaften des im Sp. enthaltenen Gipses hervorgehoben, durch dessen Wirkung das schädliche NH_3 aus organischen Düngerebestandteilen im Boden in Ammonsulfat umgewandelt werde.

Noll, Irvin, Gardner (35) empfehlen den Zusatz von Sp., 68 kg pro Tonne Stallmist, zur Phosphorsäureanreicherung.

Ausgiebig befassen sich dann 1937 Midgley u. Weiser (33) mit dem stickstoffkonservierenden Einfluß des Sp. auf Rindermist. Die Autoren stellen durch Gipszusatz zu den verschieden hochprozentigen Superphosphaten fest, daß die stickstoffkonservierende Wirkung des Sp. von der Menge des in ihm enthaltenen Gipses abhängig ist. Die besten Ergebnisse wurden mit 16- und 20 %igem pulverisierten Sp. von hohem Gipsgehalt erzielt, da das gekörnte Sp. wegen seiner geringeren Oberfläche längere Zeit zur Einwirkung benötigt. Midgley u. Weiser (33) stellen außerdem eine starke Abhängigkeit der konservierenden Wirkung von Sp. von Durchmischungsgrad und Einwirkungsdauer fest.

Björn-Anderson (1) fand die NH_3 -Verluste in Jauche durch einen 4 %igen Zusatz von Superphosphat vollständig beseitigt.

Lagneau (27) erwähnt als Stickstoff-Werte bei Frischmist 6 kg, zur Zeit des Ausstreuens 3 kg, und entsprechend bei mit Superphosphat behandeltem Mist 5 kg Stickstoff pro Tonne.

Collison u. Conn (6) fanden die N-Verluste im Stallmist durch Superphosphat um 15 - 51 % herabgedrückt.

Immendorf (20), Slipher (49) hatten ähnliche Ergebnisse.

Fruhstorfer (14) erwähnt das Aufheben eines jeglichen N-Verlustes bei den Versuchen mit Superphosphat-Stalleinstreu in der landwirtschaftlichen Versuchsstation Speyer.

Deißmann (9) empfiehlt einen Zusatz von etwa 3 kg Sp. zu 100 l Jauche eventuell auch erst kurz vor dem Ausfahren. Zum Ausstreuen auf die Kotplatte schlägt er vor, täglich 0,5 - 1 kg Sp. pro GVE zu verwenden. Eindrucksvoll sind seine Zahlenzusammenstellungen über den Stickstoff-

und Phosphorgehalt von normaler Jauche und "Superjauche" mit einem Sp.-Zusatz von 30 kg pro 1 000 l.

Hiernach enthält die unbehandelte Jauche 1 - 2 kg rein-N und 0,05 kg rein-Phosphorsäure, die "Superjauche" dagegen 5 - 8 kg rein-N und 5 - 6 kg rein-Phosphorsäure pro 1 000 Liter.

Cotterill u. Winter (7) stellten vergleichende Versuche über den Stickstoffgehalt im Geflügelmist an, nachdem diesem verschiedene Stickstoffkonservierungsmittel zu je 5 % des Streugewichts beigegeben worden waren. Sie fanden nach 6 Monaten einen N-Gehalt von 3,72 % der Trockensubstanz bei der unbehandelten Kontrolle, von 3,30 % bei gelöschtem Kalk, von 4,27 % bei Gips und 4,95 % bei Sp.

Rahn (39) fand einen um 20 % erhöhten N-Gehalt der Streu bei 5 % Sp.-Zusatz.

Gabriel (15) stellte bei 6 Monate gelangertem Mist keine nennenswerten Unterschiede im Stickstoffgehalt zwischen Sp.-behandeltem und nicht behandeltem Material fest. Hingegen traten bei Jauche ohne Sp.-Zusatz nach 6 Monaten 64,4 % Stickstoffverluste, beißender Geruch und Schaumbildung auf. Bei Sp.-Zusatz betrugen die Stickstoffverluste nur 30,9 %. Die eingestreute Menge war hier mit 250 g pro Tier und Tag relativ niedrig.

In den Versuchsberichten der Landwirtschaftskammer Hannover (28) wird mitgeteilt, daß Einstreumengen von über 500 g pro GVE und Tag keine gegenüber dieser Normaldosis erhöhte Wirkung haben.

Theoretisch beträgt nach der Zusammenstellung von Maisel (30) das Stickstoffbindungsvermögen von 100 kg Sp. etwa 13,4 kg. Hiervon entfallen auf die freie Phosphorsäure 0,5 kg, auf Monocalciumphosphat 3,0 kg und auf Gips 9,9 kg Stickstoff.

Frühstorfer (13) mißt der Stickstoffkonservierung eine nur unbedeutende Rolle zu. Die genau zu errechnende Menge von 4,4 kg N-Bindungsvermögen pro 100 kg Sp., bzw. 7,9 kg bis zur Ammonisierung des Tricalciumphosphats werden kaum je erreicht.

Praktisch ergäben sich 6 % N-Gewinn durch Sp. oder 1,8 kg pro 100 kg Sp., da etwa die Hälfte des NH_3 auch ohne Sp. konserviert werde.

Rauhe u. Hesse (40) untersuchten in vierjährigem Zyklus die Stickstoff- und Rotteverluste bei Stapelmist. In Übereinstimmung mit anderen Autoren fanden sie die Rotteverluste bei Supermist gegenüber anderem Mist um 10 % verringert. Die Verfasser berufen sich auf andere Autoren, Dörr (10), Stradaoli (53), die keine N-Bindung durch Sp. nachweisen konnten, und vertreten die Ansicht, daß die geringeren Stickstoffverluste bei Supermist sich allein anhand der durch die Säurewirkung verminderten Rotteverluste erklären lassen.

4. Beeinflussung des Stallklimas

Hierbei geht es um die dem Sp. zugeschriebene Verminderung des NH_3 -Gehalts in der Stallluft. Ursache dieser NH_3 -Verminderung sei einerseits die chemische Stickstoffbindung durch das Sp., deren Bedeutung von den oben genannten Autoren sehr verschieden beurteilt wird, andererseits wird dieser Vorgang biologisch erklärt durch eine Hemmung der NH_3 -bildenden Bakterien.

Eine zweite wichtige, dem Sp. zugeschriebene Eigenschaft ist die Minderung der Feuchtigkeit in der Streu und der relativen Luftfeuchtigkeit im Stall.

Es existieren zahlreiche, auch z.T. sehr alte Hinweise auf den luftverbessernden Einfluß des Sp., die aber zum großen Teil ohne experimentelle Unterbauung gelassen sind.

So erwähnten z.B. Midgley u. Weiser (33) in ihrer Arbeit über die Stickstoffkonservierung durch Sp., daß durch Einstreuen von Sp. in die Jaucherinne Feuchtigkeit absorbiert und unwillkommener Stallgeruch gemindert wird.

Maisel (29) gibt eine Zusammenstellung derartiger positiver Urteile beim Einstreuen von Sp. im Stall, wobei neben der Verminderung von NH_3 -Gehalt und relativer Luftfeuchtigkeit auch der verringerte Strohverbrauch und die dadurch bedingte Arbeitersparnis hervorgehoben werden.

Motivier (31) erwähnt ebenfalls in seinen Ausführungen über die Verbesserung der Gesundheit des Viehbestandes durch Sp. das Verschwinden des Ammoniakgeruchs aus den Ställen.

Nach Lagneau (27) haben Versuche gezeigt, daß bei Sp. - im Gegensatz zu Kalkeinstreu das Stroh relativ trocken und die NH_3 -Ausscheidung gering blieb.

Von der Sp.-Industrie (54) wird die Anwendung von Sp. im Stall u. a. wegen der dadurch reineren und trockeneren Stallluft und verminderten Fliegenplage empfohlen.

Gabriel (15) beobachtete das Fehlen des beißenden Geruchs und der Schaumbildung bei mit Sp. behandelter Jauche.

Renz (42) prüfte mit einem Lackmusstreifen über Jauchegruben mit und ohne Sp.-Zusatz das Freiwerden von NH_3 . Über der Grube mit "Superjauche" blieb der Streifen rot, während er über der Grube mit normaler Jauche zu blau umschlug und somit das freigewordene NH_3 anzeigte.

Fruhstorfer (13) ist der Ansicht, daß im Stall der ganze freie Ammoniak durch Sp. gebunden wird. Außerdem glaubt er, daß mit der durch Sp. bedingten Einschränkung des Gärprozesses auch das entstehende CO_2 in geringerem Maße auftritt. Da aber die Hauptmenge des im Stall vorhandenen CO_2 durch die Atmung der Tiere entsteht, kann eine Verringerung des in der Streu durch Gärung entstandenen CO_2 keinen wesentlichen Einfluß auf die Gesamtmenge des Kohlendioxyds in der Stallluft haben.

Fruhstorfer (13) schreibt die Verminderung der Feuchtigkeit in der Streu und damit auch in der Stallluft der Säurewirkung durch Sp. zu. Es tritt eine Mürbung und damit Volumenzunahme und hierdurch bedingte vermehrte Wasseraufnahmefähigkeit ein.

Trotz der großen Anzahl an einzelnen Äußerungen über den durch Sp. verminderten NH_3 - und Feuchtigkeitsgehalt der Stallluft existieren nur wenige exakte Untersuchungen zur Klärung dieser Frage.

Cotterill und Winter (7) prüften den Ammoniakgehalt der Stallluft in Geflügelställen in nur zwei Messungen, einer bei schlechter, einer bei guter Ventilation. Sie fanden bei 5 %igem Zusatz von gelöschtem Kalk 21,8, bzw. 3,8 mg NH_3 pro Liter Luft; bei entsprechendem Zusatz von Sp. dagegen nur 7,3 bzw. 2,4 mg. Dabei werden allerdings die Meßergebnisse durch einander widersprechende Werte im Kontrollstall in Frage gestellt. Aus unerklärlichen Gründen war hier mit 28,0 mg einmal der höchste, einmal mit 2,3 mg der niedrigste Ammoniakgehalt festgestellt worden.

Teichmann (55) kontrollierte in je 2 Versuchen bei Schweinen und Legehennen den Einfluß der Sp. -Einstreu auf die relative Luftfeuchtigkeit. Er stellte in den Schweineställen ohne Sp. rel. Luftfeuchtigkeitswerte von 74,3 % und 66,0 % fest. In Ställen mit Sp. -Einstreu betrug die rel. Luftfeuchtigkeit 72,4 % und 65,2 %. Bei einer 4-wöchigen Untersuchung mit Thermohygrographen wurden in Ställen ohne Sp. -Einstreu 81,6 % rel. Luftfeuchtigkeit, mit Sp. -Einstreu dagegen nur 77,5 % festgestellt. Hierzu ist zu bemerken, daß die Messungen bei offenen Fenstern vorgenommen wurden und daß in allen Fällen Haarhygrometer verwendet wurden, und die Meßergebnisse nur geringe Unterschiede zwischen den Versuchs- und Kontrollställen aufwiesen.

Rolle (45) hält die Genauigkeit der Haarhygrometer, vor allem bei Werten über 70 % rel. Feuchtigkeit, für nicht ausreichend.

Wirth (58) befaßt sich in seiner Dissertation u. a. mit dem Einfluß des Sp. auf den Feuchtigkeitsgehalt von Stallluft und Streu sowie auf den Ammoniakgehalt der Luft in Hühnerställen. In in vitro Versuchen untersucht der Autor das Wasserbindungsvermögen von Streu mit und ohne Zusatz von Sp. Er stellt durch Wägungen fest, daß das mit Sp. behandelte Dauerstreugemisch aus Häcksel und Streutorf im Gegensatz zu der unbehandelten Kontrolle in den ersten 9 Tagen keine Feuchtigkeit aus der Luft aufnimmt, nach 24 Tagen jedoch in steigendem Maße die Kontrollprobe übertrifft. Hieraus wäre zu folgern, daß in Bezug auf die Trockennhaltung der Ställe das Sp. nur in Ställen mit langfristig eingelagerter Tiefstreu Gelegenheit erhält, seine Wirkung zu entfalten.

Die relative Feuchtigkeit der Stallluft wurde mit einem Thermohygrographen, in drei Fällen mit Durotherm-Haarhygrometern ermittelt. Bei den Untersuchungen mit dem Thermohygrographen zeigten sich keinerlei Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollstall.

Die Ergebnisse aus dem zweiten Einstreuversuch werden nach Ablauf von 14 Tagen dadurch problematisch gemacht, daß die zu dieser Zeit einsetzenden Ventilatoren im Versuchs- und Kontrollstall verschieden funktionierten. Es wurde im Versuchsstall ein Preßluft-, im Kontrollstall dagegen ein Saugluftgerät verwandt. Außerdem war im Versuchsstall die Besatzdichte gegenüber derjenigen im Kontrollstall geringgradig vermindert. In diesem Falle wurden Unterschiede bis zu 10 % rel. Luftfeuchtigkeit zwischen dem Versuchs- und Kontrollstall ermittelt, mit durchweg höheren Werten für den Kontrollstall. Die gemessenen Werte lagen zwischen

etwa 75 und 90% rel. Luftfeuchte. Hier ist jedoch wieder darauf hinzuweisen, daß bei einer rel. Luftfeuchtigkeit über 70 % die Messungen mit Haarhygrometern als nicht genügend zuverlässig anzusehen sind.

Ähnliches gilt für einen dritten Einstreuversuch bei einer in beiden Ställen freien Lüftung und in diesem Fall im Versuchsstall gegenüber dem Kontrollstall stärkerem Hennenbesatz.

Bei einem vierten Einstreuversuch, in einem Junghühnermaststall, war lediglich ein Unterschied von 0,2 % in der rel. Luftfeuchtigkeit von Versuchs- und Kontrollstall zu ermitteln, was innerhalb der Fehlergrenzen eines Haarhygrometers liegt.

Die von Wirth (58) festgestellten Ammoniakkonzentrationen in der Stallluft sind durchweg sehr niedrig, zwischen 0,001 und 0,032 mg pro Liter. Aus diesem Grund liegen den errechneten prozentualen Unterschieden im NH_3 -Gehalt zahlenmäßig sehr geringe effektive Unterschiede zugrunde.

Es zeigt sich nur in einem der vier Einstreuversuche eine durchweg geringere NH_3 -Konzentration der Luft in dem mit Sp. behandelten Stall gegenüber der Kontrolle. In den drei anderen Fällen waren ungleiche Ausgangspositionen vorhanden mit anfänglich höheren NH_3 -Werten im Versuchsstall. Diese höheren Werte in den Versuchsställen näherten sich im Laufe des Versuchs denen der Kontrollställe. Endresultat war in einem Fall eine in beiden Ställen gleiche, in einem anderen im Versuchsstall und ein drittes Mal im Kontrollstall höhere Ammoniakkonzentration.

Unterschiede im CO_2 -Gehalt der Versuchs- und Kontrollställe stellte der Autor nicht fest. Es wurden hier Höchstwerte von 0,4 % gemessen. Alle CO_2 -Messungen erfolgten mit Hilfe des Dräger'schen Gasspürgeräts, dessen Ergebnisse in dem unteren Meßbereich bis 0,5 % nach Rietzler (43) nicht immer eine genaue Ablesung ermöglichen. Entgegen den Ansichten anderer Autoren wie Rolle (45), Rietzler (43), Stietenroth (52) u. a., die auf Grund der Luftbewegung trotz des höheren spezifischen Gewichts von Kohlendioxid gegenüber Luft eine stärkere CO_2 -Konzentration in Deckennähe, verglichen mit dem Stallboden, feststellten, fand Wirth (58) in einer Höhe von 20, 110 und 200 cm vom Stallboden die gleiche CO_2 -Konzentration.

5. Beziehungen zwischen Stallklima und Mastleistung beim Schwein

Auf Grund der vorher erwähnten, das Stallklima verbessernden Eigenschaften wird dem Sp. ein fördernder Einfluß auf die Leistungen der Haustiere zugeschrieben. Dies zu untersuchen stößt aber auf die Schwierigkeit, daß es noch andere Faktoren gibt, die die Leistungen - in unserem Fall die Mastleistung der Schweine - in der einen oder anderen Richtung beeinflussen, und deren Bewertung daher in den Versuchen zu der Einwirkung des Sp. in eine Beziehung gesetzt werden muß. Eine wesentliche Rolle spielen hier die Temperaturverhältnisse in den Ställen.

Es existieren zur Frage nach den optimalen Temperaturen in Schweinemastställen zahlreiche Untersuchungen und verschiedene Meinungen.

Niedrige Stalltemperaturen bedingen einen Verlust an Körpertemperatur, also an Energie, und damit einen Leistungsrückgang der Tiere.

Munin (34) berechnet die Menge an kcal, die Schweine bei einer Temperatur von 20° abgeben, mit 1.400, und stellt bei 17° Steigerungen dieser Wärmeabgabe um 17 %, bei 10° sogar um 33 % fest.

Stahl u. Wittrock (51) untersuchten den Einfluß von zu hohen Temperaturen auf die Tageszunahmen der Schweine und stellten bei einer Temperaturerhöhung auf $27,8$ und $28,3^{\circ}$ eine Verminderung der Futteraufnahme sowie eine Verringerung der Tageszunahmen von 698 auf 512 und 438 g fest.

Wöhlbier, Kirchgeßner und Schneider (59) wählten für die Anfangs- und Endmast verschiedene Temperaturen. Die Autoren konnten in Versuchen an Schwäbisch-Hällischen Schweinen eine Steigerung der täglichen Zunahmen um 13 % (von 724 auf 817 g) und eine Verbesserung der Futterverwertung um 14 % erzielen, wenn die Versuchstiere am Anfang der Mast bei 20° , gegen Ende bei 16° gehalten wurden, gegenüber einer Kontrollgruppe, bei der die Stalltemperatur ständig 10° betrug.

Die gleichen Autoren untersuchten auch den Einfluß der rel. Luftfeuchtigkeit auf die Mastleistung von Schweinen und kamen zu dem Resultat, daß eine auf 90 % ansteigende Luftfeuchtigkeit zwar die täglichen Zunahmen, nicht aber die Futterverwertung negativ beeinflusst. Daraus zogen sie den Schluß, daß die Lufttemperatur ein in den Ställen wesentlicherer Faktor ist als die Luftfeuchtigkeit.

Kalich (21) verglich in einem Wintermastversuch in Klimakammern die Leistungen von Schweinen, die bei konstanten Temperaturen von 10, 15 und 20 ° gehalten wurden. Er wies nach, daß Zunahmen sowie Futterverwertung im Gewichtsabschnitt zwischen 40 und 80 kg bei der Temperatur von 20 ° am günstigsten lagen, während bei der Endmast von 80 bis 110 kg die bei 15 ° gehaltenen Tiere die beste Mastleistung zeigten. Die bei 10 ° gehaltenen Schweine hatten in allen Gewichtsklassen den höchsten Futterverbrauch und die niedrigsten Gewichtszunahmen. Die beste Gesamtfutterverwertung und die besten Gesamtzunahmen wurden bei 20 ° erzielt.

Nach diesen und anderen Versuchsergebnissen wird es also deutlich, eine wie wichtige Rolle die Temperaturverhältnisse spielen, und zwar abhängig vom jeweiligen Alter der Tiere, d.h. von deren Körpertemperatur und Fettpolster, sowie vom Verhältnis der Körperoberfläche zum Volumen der Tiere. Deshalb muß auch bei den Untersuchungen des Einflusses von Sp. auf die Mastleistung der Schweine stets der Faktor "Temperatur" Berücksichtigung finden, wie dies auch in anderen Arbeiten, z.B. der von Teichmann (55) der Fall ist.

6. Fluorschädigungen durch Superphosphat

Laut Angaben der Sp.-Industrie (54) hat das 18 %ige Sp. einen Fluorgehalt von 1,24 %. Wirth (58) erhielt Analysenwerte von 1,56 % für das mehligke, 1,46 % für das gekörnte Sp.

Es existieren zahlreiche Angaben über Fluorschädigungen bei Menschen und Tieren, die z.T. durch Industrieprodukte, wie die von Hupke u. Luy (19) beschriebene Hüttenrauchkrankheit, zum Teil durch Aufnahme von Sp. verursacht wurden.

Ein Fütterungsversuch mit Sp. wurde schon 1906 durch Schneider und Stroh (48) an Kaninchen vorgenommen. Die Autoren fanden bei zwei Kaninchen keine Schädigung nach Aufnahme von je 425 g Sp. in 35 Tagen.

Bobke (2) nahm im Rahmen einer Dissertation Verträglichkeitsversuche mit Sp. an Rindern vor. Er kam zu dem Schluß, daß Sp.-Gaben bis zu 100 g täglich an Rinder in maximal 112 Tagen keine erkennbaren Schädigungen hervorrufen. Ein teilweiser Ersatz der Mineralstoffmischung durch Sp. bis zu 50 g täglich pro GVE ist nach Meinung des Autors vertretbar.

Wirth (58) untersuchte den Einfluß der Sp.-Befütterung bei der Hühnerkükenaufzucht. Er kam zu dem Ergebnis, daß der Zusatz von 1 % Sp. zum Futter für die Tiere unschädlich, 5 % schädigend und 10 % letal sind. Bei den mit 5 und 10 % Sp.-Zusatz gefütterten Tieren fand er pathologisch-anatomisch eine erhöhte Gefäßdurchlässigkeit und Wandhomogenisierung, gestörte Knochenbildung mit rachitischen Erscheinungen und eine Tubuli-Nephrose. Der Fluorgehalt in den Knochen betrug ein Vielfaches des Normalen. Auffallend war der durch die Sp.-Befütterung erhöhte Wasserverbrauch der Küken.

Zahlreicher sind die Untersuchungen über die Folgen der per os Aufnahme von Fluor in Gestalt von Rohphosphat oder Natriumfluorid.

1904 fanden Dammann und Mannegeild (8), daß eine tägliche Gabe von 8 mg Natriumfluorid pro kg Körpergewicht zu chronischen Schädigungen bei Schweinen führt.

Es folgen zahlreiche Untersuchungen über die Fluor-Schädigungen bei den verschiedenen Haustieren und in verschiedenen Applikationsformen. So z. B. stellten Grant und Gottlieb (17) bei intravenöser Applikation von Natriumfluorid eine Steigerung der Diurese bei Hunden fest.

Die Empfindlichkeit gegen Fluor variiert nach Tierart, aber auch je nach Alter, Geschlecht und Beanspruchung. Pflanzenfresser sind nach Roholm (44) empfindlicher als Fleischfresser. Der Autor gibt an, daß das Schwein, ebenso wie der Mensch, in seiner Empfindlichkeit zwischen den kleinen Versuchstieren und dem empfindlicheren Rind steht.

Bobke (2) hält die Empfindlichkeit bei den kleinen Versuchstieren: Ratten, Kaninchen, Meerschweinchen für geringer als bei Hunden, während Wiederkäuer und Schweine weniger Fluor vertragen.

Die bei der Fluorose zumeist gefundenen klinischen Symptome sind rauhes, glanzloses Haarkleid, Gelenkverdickungen, Lahmheiten, gespannter Gang, Exostosen besonders an den Kieferknochen und Rippenbögen, Fruchtbarkeitsstörungen, z. T. Totgeburten bei Rind und Pferd (Ehrlich (11), Ehrlich und Balks (12) et al.), Schmelzdefekte an den Zähnen, die zu den sogenannten "mottled teeth" führen.

Kick, Bethke, Edington (24) stellten bei ihren Fluor-Fütterungsversuchen an Schweinen einen erhöhten Wasserverbrauch fest.

Als pathologisch-anatomische Befunde an den Organen werden bei Phillips, Hart und Bohstedt (38) Leber- und Nierendegenerationen bei Kühen genannt.

Ehrlich (11) fand eine Herzmuskeldegeneration beim Rind. Kick, Bethke, Edington (24) stellten in ihren Versuchen mit Fluor nur bei mit Fluor in Form von Rohphosphat gefütterten Schweinen eine Nierenfibrose fest, im Gegensatz zu den Tieren, denen Natriumfluorid verabreicht wurde.

Die wesentlichsten pathologisch-anatomischen Erscheinungen unter dem Einfluß des Fluors sind jedoch die von allen Autoren erwähnten Veränderungen an Knochen und Zähnen. An den Zähnen wurde in extremen Fällen eine derartig starke Abnutzung festgestellt, daß diese bis zur Eröffnung der Pulpahöhle führte.

Nach der Beschreibung von Kick, Bethke, Edington (24) haben die Knochen äußerlich ein rauhes, glanzloses Aussehen und sind von weißer, nicht gelblicher Farbe, mit den erwähnten Exostosen und einem verminderten Brechwiderstand.

Ehrlich (11) beschreibt die Beschaffenheit der Exostosen an Kieferknochen und Rippenbögen. Er fand eine verdickte Substantia spongiosa, die durch die papierdünne Substantia compacta hindurchschimmerte, das Ganze schneid- und eindrückbar, die compacta z. T. beim Abziehen des Periosts an diesem haftend. Diese Veränderungen waren im Prinzip an allen Exostosen gleich, mit nur graduellen Unterschieden.

Von verschiedenen Verfassern wurden nun Untersuchungen darüber angestellt, wie sich der Fluorgehalt in verschiedenen Organsystemen bei der Fluorose verhält.

Hierbei richtete sich das Augenmerk vor allem auf die Knochen und Zähne. Allerdings berichtet Roholm (44) über eine Erhöhung des Fluorgehalts auch in den Lungen und in der Schilddrüse.

Kick, Bethke und Edington (24) stellten an Schweinen fest, daß sich der Fluor-Gehalt im Femur und in den Zähnen direkt proportional zur Fluor-Aufnahme verhält. Sie fanden z.B. bei einem Gehalt von 0,029 % Fluor im Futter bei Schweinen 0,534 % Fluor im Femur; bei 0,097 % Fluor-Zufuhr stieg der Fluor-Gehalt im Femur auf 1,108 % an.

Auch Ehrlich (11) u. a. stellte ein Ansteigen des Fluor-Gehaltes auf das 10-fache des Normalen in Knochen und Zähnen fest. Der Autor beobachtete außerdem bei der Fluorose des Rindes eine Erhöhung des Fluor-Gehaltes im Harn und in der Milch, sodaß hier die Möglichkeit einer frühen Diagnose gegeben wäre.

Umstritten sind die Werte des normalen, wie des pathologischen Fluor-gehaltes in den Knochen, wie auch die Höhe der Fluor-Zufuhr, die zur Fluorose führt.

Cohrs (5) gibt als Werte für eine Fluorose generell 0,36 - 0,44 % Fluor im Knochen an. Beim Rind soll in Stadtnähe 0,21 % Fluor im Knochen noch normal sein.

Hingegen stellten Kick, Bethke, Edington (24) in ihren Versuchen bei nur mit Spuren von Fluor gefütterten Schweinen in den Knochen Werte von etwa 0,039 % fest.

Nach Roholm (44) soll bei Ratten die Zufuhr von 1 mg Fluor pro kg Körpergewicht und Tag zu beginnenden Zahnveränderungen führen. Für das empfindlichere Schwein müßte diese Menge also geringer sein.

Nach Kick, Bethke, Edington (24) führen beim Schwein 1 - 15 mg Rohphosphat pro kg Körpergewicht täglich nach 6 - 24 Monaten zu chronischen Schäden. Bei einem Fluor-Gehalt des Rohphosphats von 3,5 % (Reed u. Huffmann (41)) würde dies einer Fluormenge von 0,035 - 0,52 mg pro kg Körpergewicht entsprechen.

7. Einfluß von Superphosphat auf das Bakterienwachstum

Dem Sp. wird eine hemmende Wirkung auf das Bakterienwachstum zugeschrieben, ausgehend von der Überlegung, daß durch Sp.-Zusatz das Nährsubstrat, und vor allem sein pH-Wert, verändert wird. In Betracht kommen hier die NH_3 -bildenden, sowie gewisse pathogene, unter diesen vor allem mastitiserregende Bakterien. Hierbei bestehen über eine negative Beeinflussung der NH_3 -bildenden Keime ausschließlich Mutmaßungen.

Eine Ausnahme hiervon ist die schon 1934 erschienene Arbeit von Bryan und Andrews (3) "Does hydrated Lime or 20 % Sp. kill any Bacteria when used in the Dairy-Barn?" Die Autoren bezeichnen Sp. als gutes Desinfektionsmittel und kommen nach in vitro Versuchen zu

dem Schluß, daß eine bacterizide Wirkung besteht gegen *E. coli*, *Bruc. suis* und Mastitisstreptokokken. Die Autoren fanden nach Sp.-Anwendung keine Bakterien auf dem Kuhstallboden.

Als erste Empfehlung der Sp.-Einstreu zu Hygienezwecken nennt Métivier (31) eine bereits 1909 erschienene Flugschrift von der Schlösing Co. Allerdings sei die International Sp. Manufacturers' Association erst 1956 auf die Bedeutung der Sp.-Verwendung aus hygienischen Gründen aufmerksam geworden. Französische Untersuchungen über das Thema "Superphosphat und Stallhygiene" sind ausgelöst worden durch einen 1954 an die Société du Sp. ergangenen Hinweis, ein Bauer vermute Zusammenhänge zwischen dem Einbringen von Sp. in seinen Stall und dem Zurückgehen der Mastitisfälle.

Es wurden dann 1954 bis 1957 statistische Aufstellungen über das Auftreten verschiedener Krankheiten mit und ohne Anwendung von Sp. gemacht, über deren Ergebnis Métivier (32) und Lagneau (27) berichten.

Als Einstreumengen wurden pro Tag verwendet bei Rindern 500 g Sp. pro GVE oder etwa 150 g/m^2 , bei Schafen 80 - 100 g/m^2 , bzw. 500 g einmalig vor dem Lammern, bei Schweinen 150 g/m^2 , bzw. 2 - 3 kg einmalig vor dem Ferkeln, wobei Lagneau (27) es für eventuell notwendig hält, die Gaben hier auf 500 - 600 g pro Tier und Tag zu erhöhen. Bei Geflügel werden 20 - 30 g an jedem zweiten bis dritten Tag empfohlen.

Die übereinstimmenden Ergebnisse dieser Aufstellungen sind u.a. eine Verringerung der ernstesten Mastitisfälle bei Schafen und Rindern, eine Verminderung und bessere Einflußbarkeit der leichten Fälle, selteneres Auftreten von Mastitiden auch bei Schweinen und dadurch bedingtes besseres Verhalten der Sauen gegenüber den Jungtieren, geringere Anfälligkeit bei diesen, außerdem eine günstige Beeinflussung der Kälber- und Lämmerinfektionen. Beide Autoren verweisen außerdem auf eine günstige Beeinflussung des Verlaufes von Maul- und Klauenseuche, wobei durch wiederholtes Streuen von Sp. auf die Klauen, Verwendung als Einstreu und bei Schafen zu Fußbädern, die Krankheit zum Verschwinden gebracht werden soll. Also müßte dem Sp. auch ein Einfluß auf Viren eigen sein; es sei denn, die bakteriellen Sekundärinfektionen würden in den Vordergrund gestellt.

Lagneau (27) warnt vor übertriebenem Optimismus, d. h. vor Anwendung des Sp. unter Weglassung der üblichen therapeutischen und prophylaktischen Maßnahmen. Mastitisserregende Keime seien trotz Sp.-Einstreu nach wie vor in der Milch gefunden worden.

Zahlreiche andere Autoren beziehen sich auf diese Ergebnisse der französischen Forscher und berichten selbst über entsprechende Erfahrungen. So berichtet auch Fruhstorfer (13) von einer Virulenzhemmung der Erreger von Mastitiden und Panaritium.

Es ist nun zu berücksichtigen, daß alle die vorher genannten Ergebnisse, wie die Verfasser selbst schreiben, ein erster Ansatz zur Beantwortung dieser Fragen sind. Die Vergleiche wurden gezogen zwischen verschiedenen Herden unter annähernd gleichen Bedingungen, oder auch zwischen der Krankheitsanfälligkeit in verschiedenen Zeitabschnitten bei ein und derselben Herde.

Um die Frage der Bakterienbeeinflussung durch Sp. genauer zu klären, wurden von Goret und Pilet (16) in vitro-Versuche mit verschiedenen Keimen vorgenommen. In einem ersten Versuch prüften die Autoren die bakteriostatische Wirkung des Sp. mit Hilfe einer 20 %igen Sp.-Lösung und Keimsuspensionen, deren Dichte 200 Millionen pro ccm betrug. Zu 2,5 ccm Nährlösung und 0,25 ccm der betreffenden Keimsuspension wurden aufsteigend 0, 0,1 usw. bis 1 ccm Sp.-Lösung gegeben und auf 5 ccm mit physiologischer Kochsalzlösung aufgefüllt. Nach 24 Stunden wurde der Inhibitionsgrad festgestellt, d. h. aus der geringsten noch zur Abtötung führenden Sp.-Konzentration und der stärksten noch Wachstum ermöglichenden Lösung wurde das Mittel gezogen, und die Sp.-Menge auf 1 Liter berechnet.

Die bakteriostatische Dosis betrug für *Micrococcus pyogenes* und *Streptococcus pyogenes* 70 ccm Sp.-Lösung, für *Bac. anthracis*, nicht sporuliert, *E. coli* und *Pseudomonas aeruginosa* 110 ccm Sp.-Lösung pro Liter.

Außerdem wurde von den gleichen Autoren die bakterizide Wirkung des Sp. untersucht. Hierzu wurden bakteriengetränkte Papierstückchen über verschieden lange Zeiträume in 20 %iger Sp.-Lösung gelassen und nach dreimaligem "Waschen" in Nährlösung gebracht. Diese wurde dann nach 24 und 48 Stunden Bebrütung auf ihren Keimgehalt untersucht.

Es waren nach 1/4 Stunde Kontakt mit Sp. abgetötet: *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus pyogenes*, *Past. multocida*, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *Salmonella pullorum*.

Nach 1/2 Stunde Kontakt war abgetötet *Micrococcus pyogenes*, nach 5 Stunden *E. coli*. (Die Papierstückchen wurden nach einer und zunächst wieder nach 5 Stunden aus den Testlösungen herausgenommen).

Um nun festzustellen, welchen Einfluß gestörte osmotische Verhältnisse sowie der niedrige pH-Wert der Sp.-Lösung auf die Keime haben, führten die Autoren die gleichen Untersuchungen auch statt mit Sp.-Lösung zum Vergleich mit destilliertem Wasser und mit 0,85 %iger Kochsalzlösung, beides mit einem pH-Wert von 3 der Acidität der 20 %igen Sp.-Lösung entsprechend, durch. Außerdem wurde noch physiologische Kochsalzlösung vom pH 7 zum Vergleich herangezogen.

Es wird in dem mir vorliegenden Versuchsbericht nicht erwähnt, auf welche Weise der pH-Wert 3 für die Sp.-Lösung festgestellt wurde, und mit Hilfe welcher Säure die zum Vergleich verwendeten Lösungen auf diesen pH eingestellt wurden.

Die Ergebnisse dieser vergleichenden Untersuchungen führen zu dem Schluß, daß der negative Einfluß der 20 %igen Sp.-Lösung auf das Bakterienwachstum stärker ist als derjenige von destilliertem Wasser und von 0,85 %iger Kochsalzlösung vom gleichen pH-Wert. So z.B. überlebte *Micrococcus pyogenes* 1/4 Stunde in Sp.-Lösung, eine Stunde in destilliertem Wasser und 5 Stunden in 0,85 %iger Kochsalzlösung. *E. coli* war in Sp. nach 5 Stunden abgetötet; in destilliertem Wasser und 0,85 %iger Kochsalzlösung jedoch noch nach 24 Stunden lebensfähig.

Goret und Pilet (16) folgern aus ihren Versuchsergebnissen, daß die Abtötung der untersuchten Bakterien nicht allein durch saures Milieu oder gestörte osmotische Verhältnisse, sondern durch einen im Sp. enthaltenen Faktor - wie die Autoren vermuten durch PO_4 -Ionen - verursacht wird.

III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

1. Material und Methodik

Es sollte der Einfluß des in dem Stall eingestreuten Sp. auf das Klima, insbesondere auf die relative Feuchtigkeit und den Ammoniakgehalt der Luft untersucht werden. Zu diesem Zweck wurde über eine Mastperiode von 14 Wochen, vom 20.11.61 bis 28.2.62, ein Einstreuversuch vorgenommen. Der Versuch wurde in zwei gleichartig konstruierten Ställen mit gleichen klimatischen Bedingungen und gleichem Beatz durchgeführt, um in einem Versuchs- und Kontrollstall bei übereinstimmenden Verhältnissen die Wirkung des Superphosphats kontrollieren zu können.

a) Versuchsställe

Hierzu standen zwei in einem ehemaligen Pferdestall eingebaute Klimakammern zur Verfügung. Beide Kammern waren mit Holz abgedichtet, wobei die Holzdicke der Wände 5 cm, die des Bodens 4 cm betrug. Die Decke beider Kammern bestand aus einer 0,5 cm dicken und mit Glaswolle abgedichteten Hartfaserplatte, in die je ein 60 x 80 cm großes, doppelt verglastes Fenster eingelassen war. In der Decke der Kammern war außerdem eine 80 x 80 große, mit Maschendraht unter einer etwa 30 cm starken Heuschicht versehene Stelle für die Frischluftzufuhr ausgespart.

Die Maße für die Kammer I (mit Sp.-Einstreu) und II (Kontrolle) betrugen 3,80 m Länge, 2,58 m Breite und 1,40 m Höhe, damit 13,72 cbm Rauminhalt.

Beide Kammern lagen nebeneinander. Um eine gleiche Belüftungsintensität zu erreichen, war in die Tür jeder Kammer ein Ventilator mit einer Leistungstärke von 1.500 cbm pro Stunde eingepaßt, der in der Ruhe durch Metallklappen jalousieartig verschlossen blieb und bei Aktion die verbrauchte Luft absaugte; hierbei entstand ein Unterdruck, und Frischluft konnte durch die in der Decke ausgesparte Stelle zuströmen.

Um nun den Einfluß des Sp. auf relative Luftfeuchtigkeit und Ammoniakgehalt einwandfrei prüfen zu können, wurde die Luftzufuhr von außen, soweit dies für die Tiere zuträglich schien, gedrosselt und die Lüftungsintervalle vergrößert. Die Aktionsdauer der Ventilatoren war einheitlich

geregelt und auf Zeit einstellbar. Um den Einfluß des Sp. auf das Stallklima exakt prüfen zu können, wurde anhand der Berechnung der Belüftungsintensität eine Ventilationsdauer von 4 Minuten pro halbe Stunde errechnet, was einer Leistung von 200 cbm Luft in der Stunde pro Kammer entspricht.

Nachdem also Kubatur, Wärmedämmung und Belüftung, Anzahl und Gewicht der Tiere und somit Kohlendioxyd-, Wärme- und Wasserdampfproduktion in beiden Ställen gleich waren, hatte man die Voraussetzungen für eine Prüfung des Einflusses des in der Versuchskammer eingestreuten Sp. auf das Stallklima.

An einer dritten Gruppe von Schweinen sollte festgestellt werden, ob sich die per os Aufnahme von massiven Dosen Sp. nachteilig auf die Gesundheit der Tiere auswirkt. Der zur Unterbringung der Gruppe III benötigte Stall war wie die vorher beschriebenen Klimakammern konstruiert und in demselben ehemaligen Pferdestall gelegen, jedoch waren hier die Wände schlechter isoliert, außerdem der Rauminhalt mit 14,83 cbm um etwa einen cbm größer als bei den beiden anderen Ställen.

b) Versuchstiere

Die in den Versuchen verwendeten 30 deutschen veredelten Landschweine stammten aus 5 verschiedenen Würfen und variierten bei der Ankunft in ihrem Gewicht zwischen 37 und 53 kg. Die 30 Tiere wurden gleichmäßig und nach Würfen gemischt zu jeweils 10 Tieren auf die 3 Ställe verteilt. Bei Versuchsbeginn betrug das Gesamtgewicht der Gruppe I 446 kg, von Gruppe II 447 kg und von Gruppe III 445 kg.

Die Fütterung der Tiere erfolgte aus Futterautomaten mit einem DLG-Trockenfertigfutter zur beliebigen Aufnahme. Die Tränkung war ebenfalls automatisch, aus Schweine-Selbsttränken. Die Einstreu bestand aus Langstroh, von dem durchschnittlich 7 kg pro Stall zugegeben wurden. Der Mist wurde anfangs an jedem zweiten Tag, nach 4 Versuchswochen bis zum Versuchsende täglich entfernt. Alle Tiere wurden in wöchentlichen Abständen gewogen. Die verbrauchten Futtermengen konnten wegen der automatischen Fütterung für jede Gruppe nur pauschal festgestellt werden.

c) Temperaturmessung

Die Registrierung der Temperaturen innerhalb der Schweinekammern erfolgte elektrisch durch ein Gerät mit etwa 15 cm unter der Decke angebrachten Fernfühlern - und zwar je einem für die trockene und feuchte Temperatur - deren Meßergebnisse alle 2 Minuten auf einen fortlaufenden Papierstreifen aufgedruckt wurden. Hierbei war es wesentlich, ständig darauf zu achten, daß die Genauigkeit der Meßergebnisse nicht durch die sich auf den Fühlern bildende Staubschicht beeinträchtigt wurde. In etwa 1 m Entfernung von diesen Fühlern an der Stallwand war für jede Kammer ein kleiner Ventilator angebracht, dessen Luftstrom gegen die Fühler gerichtet war.

Kontrolliert wurden die Werte dieser elektrischen Registrierung mit Hilfe des Hygrophil-Geräts, eines neuartigen Geräts, das nach dem Psychrometer-Prinzip die Temperatur am trockenen und feuchten Thermometer registriert, d. h. die Meßergebnisse werden auf ein Milliampèremeter übertragen und umgerechnet auf die von einer Skala direkt ablesbaren Temperatur-Werte. Der Ventilator für die feuchte Temperatur wird durch zwei kleine Batterien betrieben. Diese Messungen wurden zweimal täglich durchgeführt.

Die Temperatur in Kammer I wurde außerdem durch einen Thermographen registriert, dessen Fühler in etwa 40 cm Höhe vom Außenstall in die Kammer hineinreichte und durch einen Maschendraht vor Beschädigung durch die Tiere geschützt war. Außerdem wurden zur Kontrolle morgens und abends die Extremtemperaturen innerhalb der Kammern an Max.-Min. Thermo-Thermometern abgelesen.

Die Temperatur im Außenstall wurde durch einen Thermohygrographen registriert, außerdem zweimal täglich an einem Quecksilber-Thermometer abgelesen.

d) Messung der relativen Luftfeuchtigkeit

Diese Messungen waren besonders wesentlich für die Auswertung des Versuchs und die Beantwortung der Frage, ob dem in den Stall eingestreuten Sp. mit Recht eine Wirkung auf die Luftfeuchtigkeit im Sinne einer Senkung der Werte zugeschrieben wird.

Anhand der Temperaturwerte des trockenen und feuchten Thermometers wurden mittels des Rechenschiebers die Werte für die relative Luftfeuchte des Stalles ermittelt.

Unabhängig von dieser elektrischen Registrierung wurden die trockenen und feuchten Temperaturwerte zweimal täglich mit dem auch zur Temperaturmessung benutzten und in diesem Zusammenhang beschriebenen Hygrophil-Gerät festgestellt, mit dessen Hilfe auch alle anderen Geräte kontrolliert und wenn notwendig geeicht wurden. Auch hier wurde die relative Luftfeuchtigkeit dann vom Rechenschieber abgelesen.

Die relative Luftfeuchtigkeit im Pferdestall außerhalb der Schweinekammern wurde mit einem Haarthermohygrographen registriert, der wiederum mit dem Hygrophil-Gerät kontrolliert und gegebenenfalls geeicht wurde.

e) Messung des CO_2 -Gehalts in der Stallluft

Die CO_2 -Messung erfolgte einmal täglich nach der Methode von Pettenkofer. In den Tabellen wurde vermerkt, ob die Messung unmittelbar vor oder nach der Ventilation durchgeführt worden war. Eine wassergefüllte 5-Literflasche wurde etwa in Stallmitte immer ungefähr in gleicher Höhe in einen Eimer entleert, in diese dann 100 ccm $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -Lösung eingefüllt, zugedreht und 10 Minuten geschüttelt.

Dann wurden von dem $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 20 ccm entnommen und mit Phenolphthalein als Indikator versetzt gegen Oxalsäure titriert. Die verwendete Oxalsäurelösung enthielt 1,405 g pro Liter. Die 3,5 g $\text{Ba}(\text{OH})_2$ pro Liter enthaltende Bariumlösung war auf die Oxalsäure so eingestellt, daß 10 ccm hiervon 10 ccm Oxalsäure neutralisierten. Durch Bindung des Bariumhydroxyds nach dem Schütteln an das CO_2 der Luft, wobei BaCO_3 ausfällt, wird beim späteren Titrieren eine geringere Menge Oxalsäure verbraucht. Da 1 ccm $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -Lösung 0,25 ccm CO_2 bindet, ergibt die ccm-Menge der fehlenden, also durch CO_2 gebundenen Bariumlösung, multipliziert mit 0,25 den CO_2 -Gehalt pro Liter Luft an. Der zehnte Teil dieses Wertes gibt den Prozentgehalt der Luft an CO_2 an.

Es kamen vereinzelt Fälle vor, wo der CO_2 -Gehalt sehr hoch, und zwar über 0,5 % lag. In solchen Fällen setzte ich die Messung mit der doppelten Menge Bariumlösung (200 ccm) an, von der dann nach dem Schütteln 40 ccm entnommen und der CO_2 -Wert den neuen Zahlen entsprechend berechnet wurde.

In einzelnen Fällen führte ich zum Vergleich die CO_2 -Messung mit dem Dräger'schen Gasspürgerät und dazugehörigen CO_2 -Prüfröhrchen 0, 1 a durch. Die nach 5 Hüten an dem Farbumschlag direkt ablesbaren Werte

boten aber nur grobe Anhaltspunkte, da die Grenze der Verfärbung nicht immer als klare Linie exakt ablesbar ist.

f) Messung des NH_3 -Gehalts in der Stallluft

Die NH_3 -Messung erfolgte ebenfalls täglich nach der von Klimmer (25) beschriebenen Pettenkofer'schen Methode. Es wurde auch hier registriert, ob die Messung unmittelbar vor oder nach der Ventilation durchgeführt wurde. Die hierzu benötigte n/10 Schwefelsäure 4,0 g H_2SO_4 pro Liter wurde fertig bezogen. Es wurde eine Plastikflasche mit 10 l Fassungsvermögen benutzt, in die nach dem Ausleeren des Wassers im Stall 50 ccm n/10 H_2SO_4 gegeben wurden. Nach 5 Minuten langem Schütteln wurden 20 ccm H_2SO_4 entnommen und im Becherglas bei Zugabe von 3 %igem in 70 %igem Alkohol gelöstem Rosol als Indikator gegen eine n/10 Ammoniaklösung titriert, bis der Umschlag von gelb zu rot erfolgte. Die n/10 NH_3 -Lösung enthält 1,7 g Ammoniak pro Liter. Sie war vor der Messung so eingestellt worden, daß 20 ccm die gleiche Menge an H_2SO_4 neutralisierten. Nachdem 1 ccm NH_3 -Lösung 1,7 mg NH_3 enthält, mußte man die Anzahl der fehlenden, also gebundenen ccm H_2SO_4 mit 1,7 multiplizieren. Da 20 ccm 4 Litern Untersuchungsluft entsprechen, ergab der vierte Teil dieses Wertes die Ammoniakmenge in einem Liter Luft, und damit den Promill-Gehalt.

g) Isolierung der Bakterien aus dem Kot, Herstellung der Keimsuspensionen und der Superphosphat-Lösungen

Verschiedene Autoren schreiben dem Sp. eine bakteriostatische und auch bakterizide Wirkung auf das Keimwachstum zu. In der Literatur existieren Hinweise über diese Wirkung bei *E. coli*, *Brucella suis*, *Micrococcus pyogenes*, *Streptococcus pyogenes*, *Bacillus anthracis* als vegetative Form, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *Pasteurella multocida*, *Salmonella pullorum*, *Pseudomonas aeruginosa*. Die Verringerung des NH_3 -Gehalts in der Stallluft wird durch die antibakterielle Aktivität des Sp. erklärt, vor allem auf die fäulniserzeugenden Keime.

Es sollte nun in In-vitro-Versuchen bei hohen Sp.-Konzentrationen eine evtl. bakterizide bzw. bakteriostatische Wirkung des Sp. auf die saprophytisch vorkommenden Keimarten, wie *Proteus vulgaris* und die aeroben Sporenbildner, nachgeprüft werden. Da außerdem festgestellt werden sollte,

ob durch Einstreu und die daraus resultierende per os Aufnahme von Sp. die Bakterienflora im Darm der Schweine beeinflusst wird, bezog ich auch *E. coli* in die gleichen Untersuchungen ein. Alle diese Keimarten wurden aus Kotproben der Schweine aller drei Gruppen herausgezüchtet.

Die Kotproben wurden in noch warmem Zustand von jeder der drei Schweinegruppen getrennt entnommen. Das aus der Mitte der Probe mit Hilfe von Pergamentpapier entnommene Material wurde gleich in sterile physiologische Kochsalzlösung gegeben. Mit einem sterilen Glasstab stellte ich homogene Aufschwemmungen her und beimpfte hiervon sogleich Platten. Aus den nach 24-stündiger Bebrütung erhaltenen Kolonien wurden Reinkulturen hergestellt.

Um nun den Einfluß des Sp. auf die Keime zu prüfen, mußte ich immer mit gleichen Keimmengen arbeiten, und zu diesem Zweck war es nötig, Bakterienaufschwemmungen von gleicher Dichte zu erhalten. Um dies zu erreichen, benutzte ich als Dichtekontrolle eine Aufschwemmung von BaSO_4 (95 : 5) in Wasser, die aufgeschüttelt und vor einer blauen Glas-scheibe als Hintergrund in ihrer Lichtdurchlässigkeit mit den Bakterienkulturen verglichen wurde.

Ich brachte die Bakteriensuspension aller Keimarten durch Verdünnen mit steriler physiologischer Kochsalzlösung auf die Dichte dieses Bariumröhrchens und stellte später zur Kontrolle die Anzahl der entsprechenden Keime mit Hilfe einer Zählkammer fest.

Es ergab sich eine Dichte/cbmm für

<i>E. coli</i>	von 198.500 Keimen
<i>Proteus vulgaris</i>	207.000 Keimen
Sporenbildner	119.500 Keimen

Es war nun für die in vitro-Versuche notwendig, das Sp. in flüssiger Form zu erhalten. Ich stellte eine 20 %ige Suspension von feinem Sp. in destilliertem Wasser von Zimmertemperatur her. Das Sp. in dieser Suspension mußte durch Umrühren in der Schwebe gehalten werden. Nach einigen Minuten wurde die Aufschwemmung durch ein grobes Papierfilter gegeben, um störende größere Teilchen zu entfernen. Es wurde zum Vergleich auch eine 5- und 10%ige Sp.-Lösung verwendet, die ich mit destilliertem Wasser aus der 20 %igen Lösung herstellte.

Um zu eindeutigen Ergebnissen zu führen, mußten die Lösungen steril sein. Es sollte jedoch eine starke Erhitzung des Sp. und eine evtl. damit verbundene Zerstörung seiner Struktur vermieden werden. Durch mehrfaches Austreichen von Sp.-Lösung auf Agar- und Blutagarplatten stellte ich fest, daß die Lösungen auch ohne Erhitzung keimfrei waren.

Die Sp.-Lösungen stellen ein saures Milieu dar. Ihre pH-Werte liegen bei 2,43 für die 20 %ige, bei 2,52 für die 10 %ige und bei 2,55 für die 5 %ige Lösung. Um nun festzustellen, ob eine Schädigung der Bakterien allein durch diese niedrigen pH-Werte, unabhängig von der Eigenaktivität des Sp., hervorgerufen wird, zog ich zum Vergleich noch Kontrollen vom gleichen pH-Wert wie die 10 %ige Sp.-Lösung heran. Zu diesem Zweck säuerte ich destilliertes Wasser und physiologische Kochsalzlösung mit konzentrierter Milchsäure an. Die Verwendung von destilliertem Wasser sollte zudem noch dazu dienen, festzustellen, welche Rolle eine Störung der osmotischen Verhältnisse beim Bakterienwachstum spielt. Die pH-Messung und Einstellung der Kontrollösungen auf den pH 2,45 erfolgte mit dem Elektroden-pH-Meter. Es besteht die Gefahr, daß die 0,85 %ige Kochsalzlösung nach der Ansäuerung bei längerem Stehenlassen ausflockt, und es wurde deshalb vermieden, die Lösungen länger als 2 Tage aufzuheben.

2. Stallklimatische Untersuchungen

a) Allgemeines

Mit dem Ziel, die Beeinflussung des Stallklimas, insbesondere die der relativen Luftfeuchtigkeit und des Ammoniakgehalts in der Stallluft durch Sp.-Einstreu festzustellen, wurden im Laufe von drei Wintermonaten, vom 20.11.61 bis 26.2.62 Versuche vorgenommen. Diese fanden in den Ställen des Tierhygienischen Instituts in den vorher beschriebenen Klimakammern statt.

Zwei Gruppen von je 10 Schweinen kamen in den Versuch. Bei Gruppe 1 wurde Sp. eingestreut, und zwar täglich 1 kg morgens nach dem Ausmisten. Dies entsprach bei 9,804 qm Stallfläche einer Menge von etwa 100 g pro Quadratmeter. Auch in den ersten 4 Versuchswochen, als der Mist nur an jedem zweiten Tag entfernt wurde, streute ich Sp. täglich morgens ein. Das Mittel wurde gleichmäßig über den ganzen Stall verteilt, besonders auch in den Ecken und an der Kotstelle. Etwa in der

Mitte der Versuchszeit wurde über eine Periode von 4 Wochen, vom 18.12.61 bis 19.1.62, statt 18 %iges "Sp. fein" gekörntes, 18 %iges Sp. in der gleichen Menge benutzt. Die Gruppe II blieb als Kontrolle ohne Sp.-Einstreu.

b) Temperatur

Wie schon erwähnt, sind die Stalltemperaturen wesentlich für den Mast-erfolg. Eine genaue Überwachung war aber in unserem Fall vor allem deshalb notwendig, weil alle klimatischen Faktoren in beiden Ställen gleich gehalten werden sollten.

In den Diagrammen 1 bis 3 sind die Temperaturen im Außenstall dargestellt, von dem aus die Klimakammern belüftet wurden. Die Werte ergaben sich aus der Aufzeichnung des Thermohygrographen. Es zeigen sich Werte zwischen 5 und etwa 15 °C.

Die Diagramme 4 bis 10 zeigen die Temperaturen in der Schweine-kammer I (mit Sp.-Einstreu) und II (Kontrolle). Diese Temperaturen liegen durchweg etwa 8 °C über denjenigen des Außenstalles, denen sie in ihren Schwankungen etwa entsprechen. Höchstwerte liegen hier bei etwa 24 °C, niedrigste Werte bei 15 °C.

Die Temperaturen auf den Diagrammen 4 bis 6 ergeben sich aus den Durchschnittswerten der vorher beschriebenen elektrischen Registrierung, und zwar aus den Tag- und Nachtwerten. Die Temperaturkurven der Diagramme 7 bis 10 zeigen die bei den vormittags gegen 10 Uhr und nachmittags gegen 4 Uhr mit dem Hygrophil-Gerät ermittelten Werte. Es wurden hier also die nächtlichen Temperaturen nicht berücksichtigt, sondern von jedem Tag zwei Werte registriert.

Die mit Hilfe der beiden Meßmethoden ermittelten Werte decken sich in ihrer Größenordnung. Die vorhandenen geringen Schwankungen erklären sich aus den niedrigen nächtlichen Außentemperaturen, verbunden mit dem zu dieser Zeit ruhigen Verhalten der Tiere - wie erwähnt, sind ja die nächtlichen Temperaturen bei den Hygrophil-Werten nicht berücksichtigt.

Die hier nicht angeführten und nur für die Gruppe I ermittelten Ergebnisse der Temperaturregistrierung durch einen Thermographen stimmen mit den übrigen Meßergebnissen überein.

Die Unterschiede zwischen den Temperaturen beider Ställe übersteigen zu keiner Zeit und mit keiner der beiden Methoden gemessen 1 bis höchstens 2 ° C. Da sich diese Differenzen aus dem unterschiedlichen momentanen Verhalten der Tiere bei der Messung sowie aus zeitweilig vorhandenen geringen Unterschieden im Gesamtgewicht erklären lassen, können die Temperaturen im Versuchs- und Kontrollstall als praktisch gleich bezeichnet werden.

Temperatur im Außenstall

Thermohygrograph

20.11. - 17.12.61

Diagramm 1

14°C

12

10

8

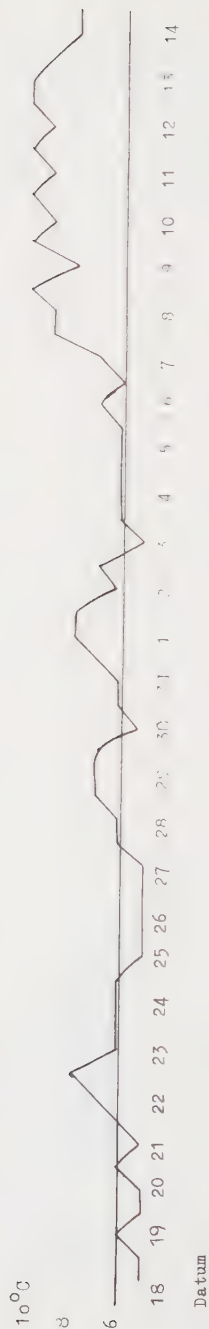
6

Datum

20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17

Temperatur im Außenstall
Thermohygrograph
 18.12.61 - 14.1.62

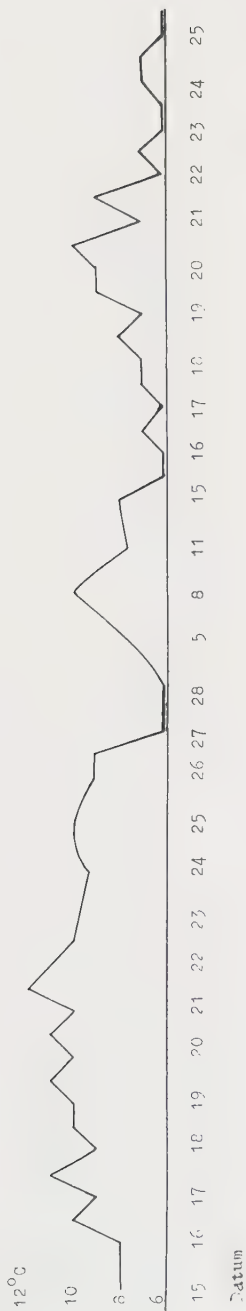
Diagramm 2



Temperatur im Außenstall

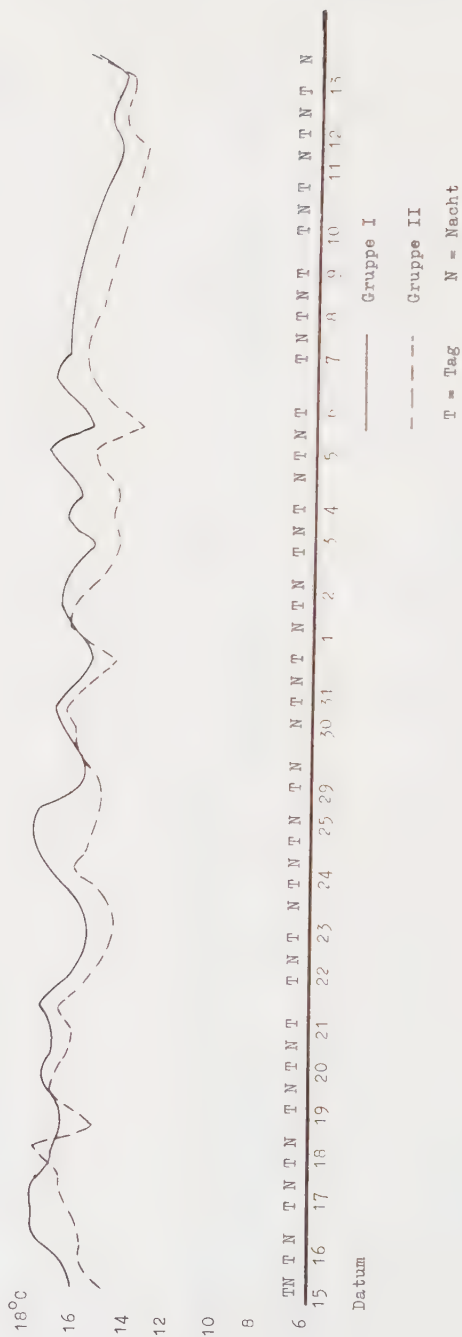
Thermohygrograph
15.1.62 - 25.2.62

Diagramm 3



Temperaturen in d. Klimakammern
15.1. - 13.2.62

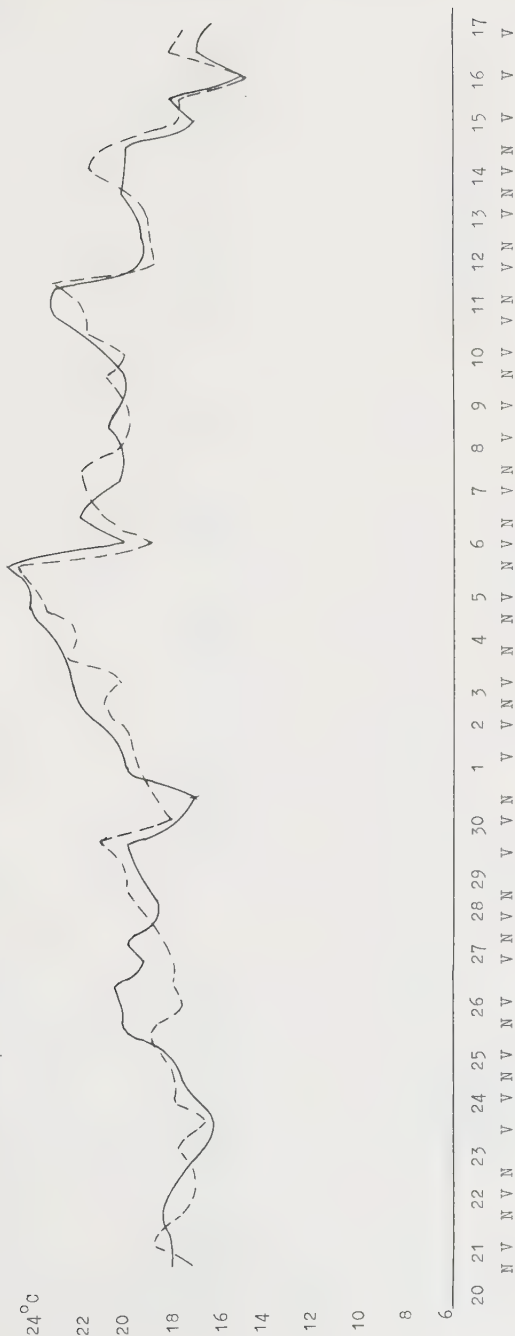
Diagramm 6



Temperaturen in d. Klimakammern
Hygrophil
 20.11. - 17.12.61

V = Vormittag
 N = Nachmittag

Diagramm 7



----- Gruppe I - - - - - Gruppe II

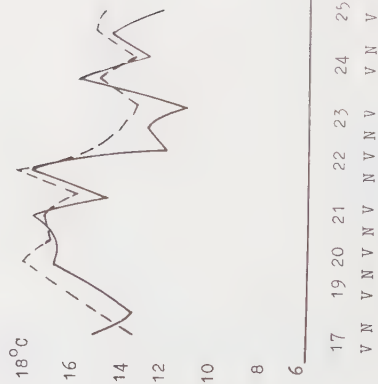
Temperaturen in den Klimakammern

Hygrophil

17. - 25.2.62

Diagramm 10

V = Vormittag
N = Nachmittag



c) Luftfeuchtigkeit

Der Feststellung der relativen Luftfeuchtigkeit in den Klimaställen liegen ebenso wie der Temperaturmessung zwei verschiedene Methoden zugrunde. Die Ergebnisse der Messungen sind in den Kurven der Diagramme 11 bis 26 dargestellt. Es handelt sich hier um die Prüfung der Frage, ob das in den Stall eingestreute Sp. in der Lage ist, die Luftfeuchtigkeit zu verringern.

Auf den Diagrammen 11 bis 13 sind die Werte der relativen Luftfeuchtigkeit im Außenstall, von dem aus die Klimaställe belüftet wurden, dargestellt. Es ergeben sich hier Werte zwischen 55 und 92 % rel. Luftfeuchtigkeit.

Die relative Luftfeuchtigkeit innerhalb der Schweinekammern I und II ist aus den Kurven der Diagramme 14 bis 26 ersichtlich. Es sind, wie bei den Temperaturen, zuerst die Werte aus der elektrischen Registrierung in je einem Durchschnittswert für den Tag und für die Nacht aufgeführt, ersichtlich aus den Diagrammen 14 bis 19. Es folgen die aus den vormittags und nachmittags vorgenommenen Einzelmessungen mit dem Hygrophil-Gerät erhaltenen Werte, dargestellt in den Kurven der Diagramme 20 bis 26.

Im ganzen schwankt die relative Luftfeuchtigkeit innerhalb der Kammern zwischen 78 und 98 %. Die mit Hilfe der beiden Methoden erhaltenen Werte decken sich etwa in ihrer Größenordnung. Völlige Übereinstimmung ist hier, ebenso wie bei den Temperaturkurven ausgeschlossen, weil im ersten Fall, bei der elektrischen Registrierung, die Kurven aus Durchschnittswerten von jeweils 10 Einzelmessungen für den Tag und für die Nacht entstanden sind, während bei den Kurven aus den zweimal täglich mit Hygrophil vorgenommenen Einzelmessungen die nächtlichen Werte unberücksichtigt blieben.

Der Vergleich zwischen den Luftfeuchtigkeitswerten der Gruppe I (mit Sp. -Einstreu) und Gruppe II (Kontrolle) zeigt bei häufigen Überschneidungen der Kurven keinerlei überzeugende und längere Zeit anhaltende Unterschiede zugunsten der einen oder anderen Gruppe. Etwaige geringe und kurzfristige Differenzen sind aus dem momentanen Verhalten der Tiere, das bei Ruhe oder Bewegung eine mehr oder minder starke Wasserdampfabgabe zur Folge hat, außerdem auch auf gelegentlich verspritztes Trinkwasser zurückzuführen.

Rel. Luftfeuchtigkeit im Außenstall

Thermohygrograph

20.11. - 17.12.61

Diagramm 11



Rel. Luftfeuchtigkeit im Außenstell

Thermohygrograph

18.12.61 - 14.1.62

Diagramm 12

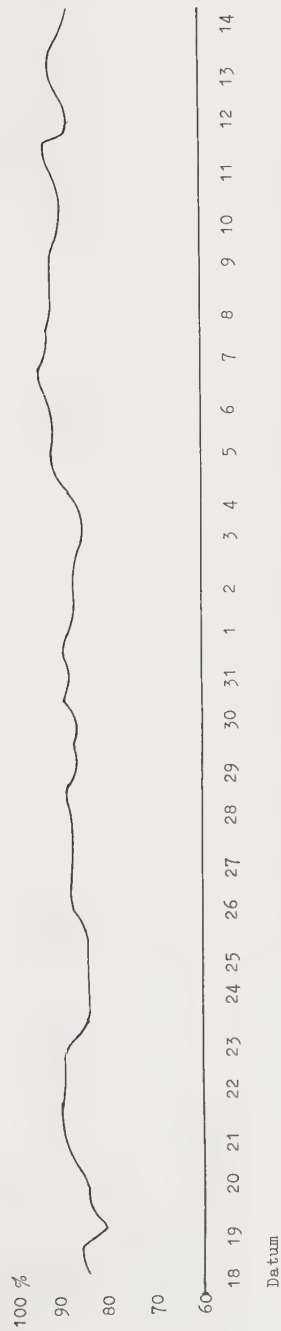


Diagram 13

Rel. Luftfeuchtigkeit im Außenstall

Thermohygraph

15.1.62 - 25.2.62



— Gruppe I

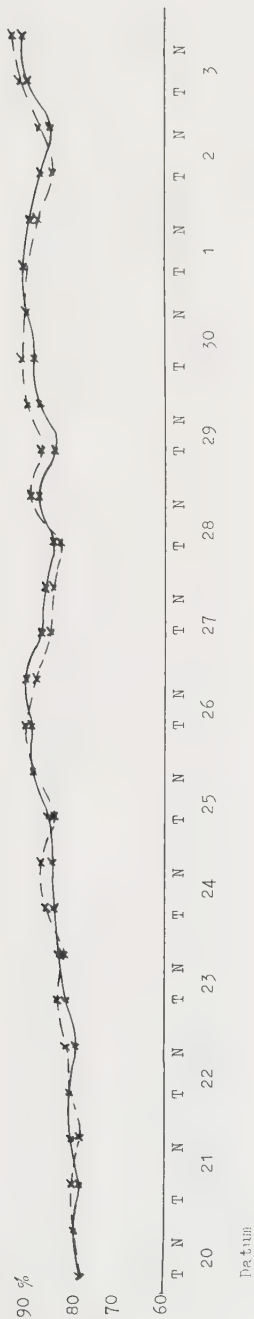
- - - - - Gruppe II

T = Tag

N = Nacht

Diagramm 14

Rel. Luftfeuchtigkeit in d. Klimakammern
20.11. - 3.12.61



Rel. Luftfeuchtigkeit % in d. Klimakammern
4.12. - 17.12.61

Diagramm 15

— Gruppe I
- - - - - Gruppe II

T = Tag
N = Nacht

100

90

80

70

60



4

T

N

Datum

5

T

N

6

T

N

7

T

N

8

T

N

9

T

N

10

T

N

11

T

N

12

T

N

13

T

N

14

T

N

15

T

N

16

T

N

17

T

N

Rel. Luftfeuchtigkeit % in d. Klimakammern
18.12. - 31.12.61

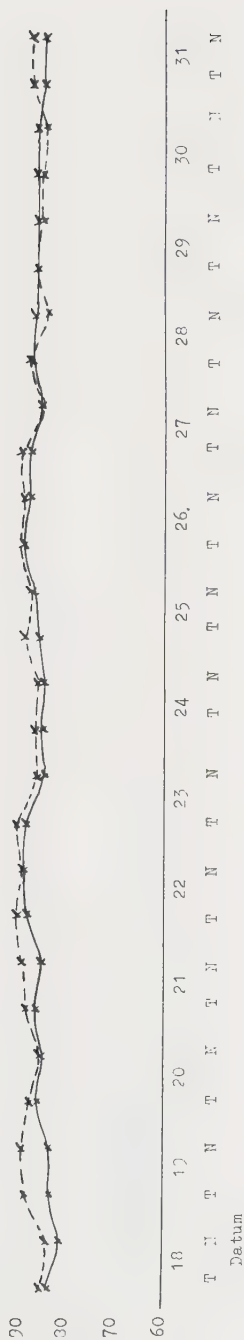
— Gruppe I

- - - - - Gruppe II

T = Tag

N = Nacht

Diagramm 15



Rel. Luftfeuchtigkeit % in d. Klimakammern
1.1. - 14.1.62

----- Gruppe I

- - - - - Gruppe II

T = Tag

N = Nacht

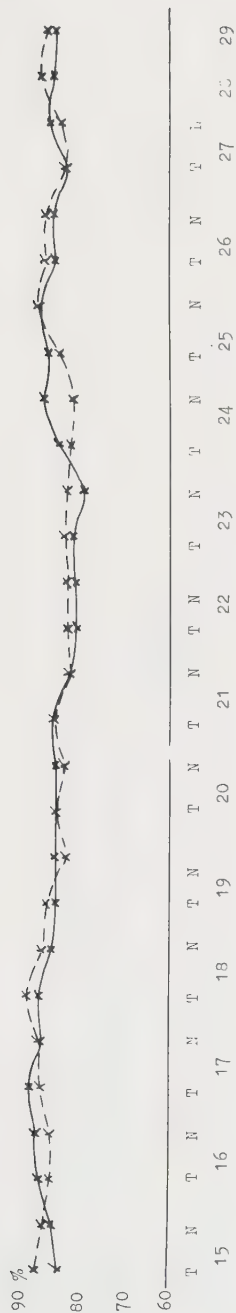
Diagramm 17



— Gruppe I
 - - - - - Gruppe II

Diagramm 18

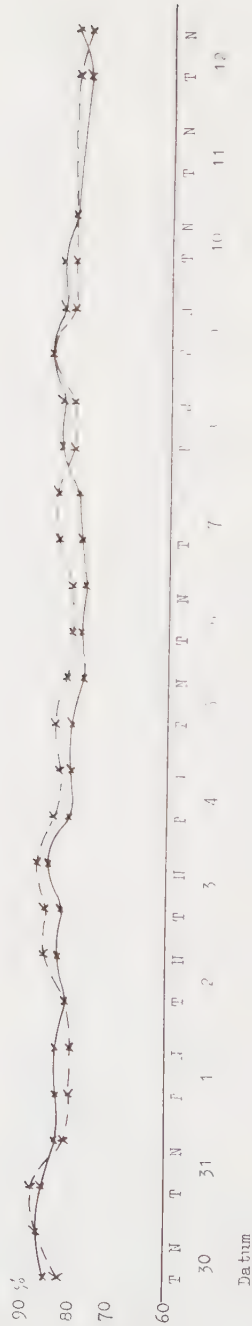
Rel. Luftfeuchtigkeit in d. Klimakammern
 15. - 29, 1.62



— Gruppe I
 - - - Gruppe II
 T = Tag
 N = Nacht

Diagramm 19

Rel. Luftfeuchtigkeit in d. Klimakammern
 30.1. - 12.2.62



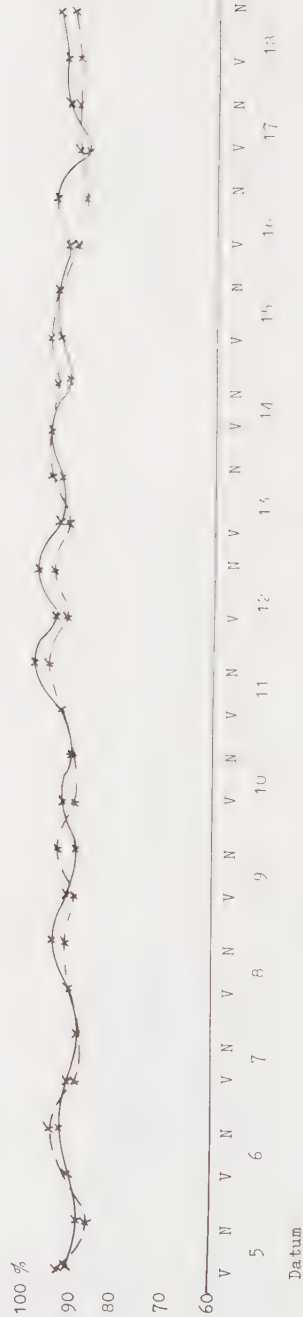
----- Gruppe I
 --- -- -- Gruppe II
 V = Vormittag
 N = Nachmittag

Diagramm 21

Rel. Luftfeuchtigkeit in d. Klimakammern

Hygrophil

5. - 13.12.61



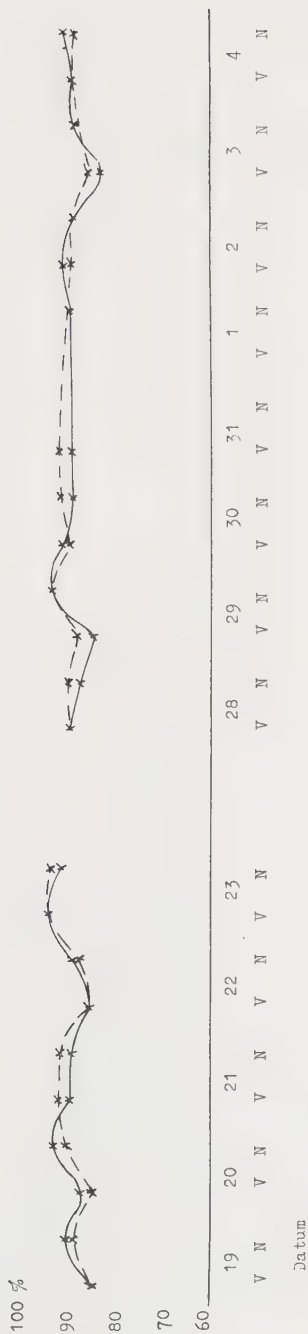
— Gruppe I
 --- Gruppe II
 V = Vormittag
 N = Nachmittag

Diagramm 22

Rel. Luftfeuchtigkeit in d. Klimakammern

Hygrophil

19.12.61 - 4.1.62



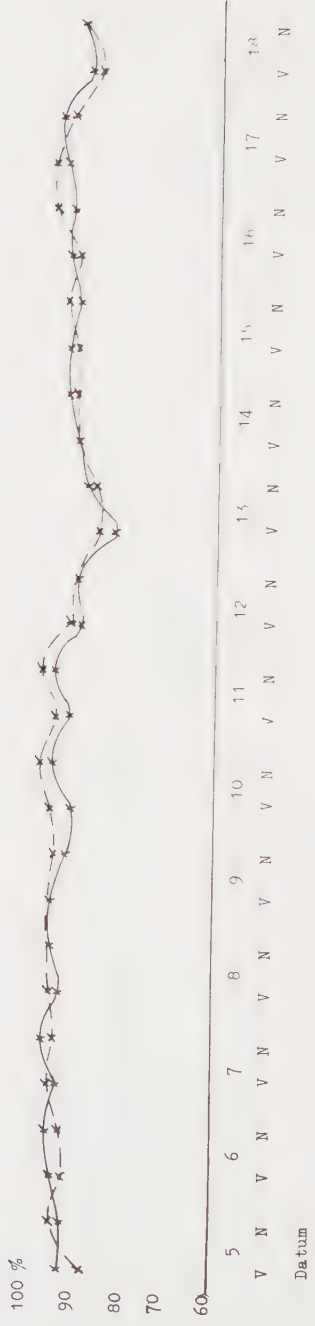
----- Gruppe I
 ----- Gruppe II
 V = Vormittag
 N = Nachmittag

Diagramm 23

Rel. Luftfeuchtigkeit in d. Klimakammern

Hygrophil

5. - 18.1.62



— Gruppe I

- - - Gruppe II

V = Vormittag

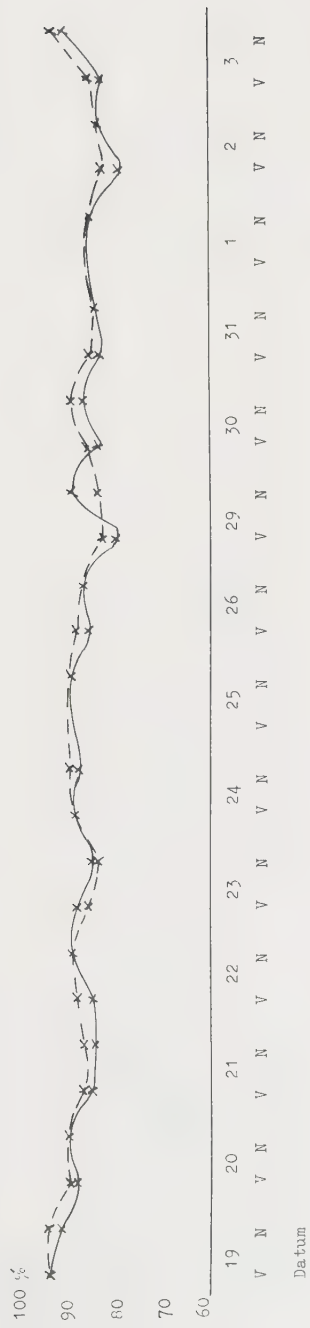
N = Nachmittag

Diagramm 24

Rel. Luftfeuchtigkeit in d. Klimakammern

Hygrophil

19.1. - 3.2.62



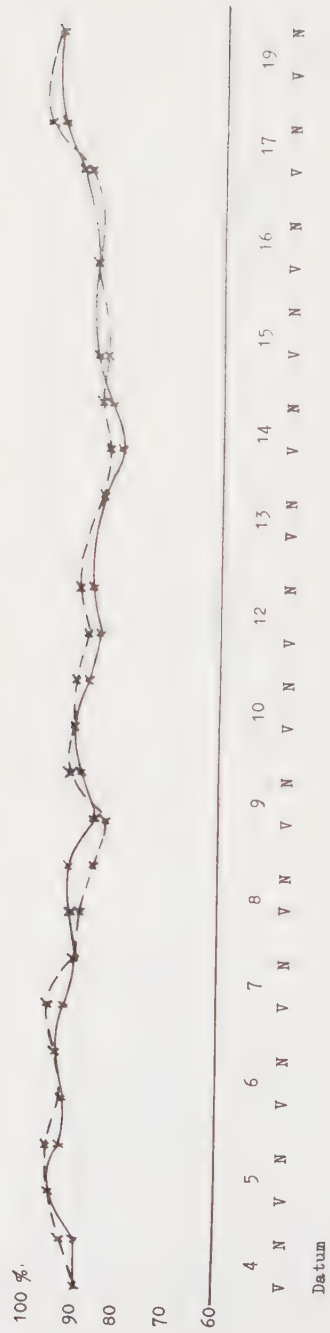
— Gruppe I
- - - Gruppe II
V = Vormittag
N = Nachmittag

Diagramm 25

Rel. Luftfeuchtigkeit in d. Klimakammern

Hygrophil

4. - 19.2.62



Rel. Luftfeuchtigkeit in d. Klimakammern

Hygrophil

20.- 25.2.62

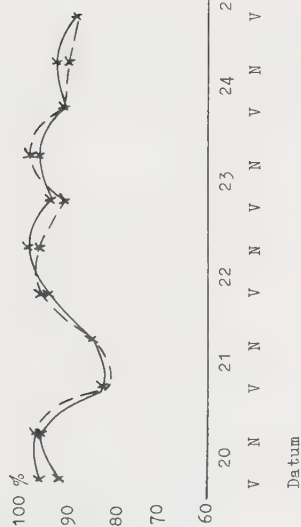


Diagramm 26

— Gruppe I

- - - - - Gruppe II

V = Vormittag

N = Nachmittag

d) CO₂-Gehalt der Stallluft

Zur Feststellung des Einflusses von Sp. auf das Stallklima war es - wie erwähnt - notwendig, im Versuchs- und Kontrollstall die gleiche Belüftungsintensität zu haben. Aus diesem Grund war die Überwachung des Kohlendioxydgehalts in beiden Ställen von Wichtigkeit.

Es ist in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, daß zur besseren Feststellung der Sp.-Wirkung auf die NH₃- bzw. Luftfeuchte des Stalles die Aktion der Ventilatoren so geregelt war, daß die Frischluftzufuhr gedrosselt wurde. Aus diesem Grund liegen die CO₂-Werte in beiden Kammern über der üblicherweise für Schweineställe geforderten Norm von etwa 0,2 %.

Die Ergebnisse der CO₂-Messungen während des Sp.-Einstreuversuchs sind auf den Diagrammen 27 bis 30 dargestellt. Die Kurven von Diagramm 27 und 29 zeigen die Direktwerte, diejenigen von Diagramm 28 und 30 die sich aus diesen ergebenden Durchschnittswerte.

Es zeigt sich, daß die vor der halbstündlich einsetzenden Ventilation festgestellten Werte bei 0,5 - 0,6 %, diejenigen nach der Ventilation bei 0,3 - 0,4 % liegen. Einzelne abnorm hohe Werte, wie am 20.12.61, 3.1., 10.2.62 erklären sich aus einem zeitweiligen Versagen der Schaltuhr für die Ventilatoren, wie dies durch die fortlaufenden Linien aus den Druckpunkten der elektrischen Temperaturregistrierung deutlich wurde.

Wesentlich ist die aus den Kurven ersichtliche Gleichheit der Lüftungsverhältnisse - soweit der CO₂-Gehalt dies ausdrückt - bei Gruppe I (mit Sp.-Einstreu) und Gruppe II (Kontrolle).

— Gruppe I

- - - - - Gruppe II

C O₂ % in d. Klimakammern

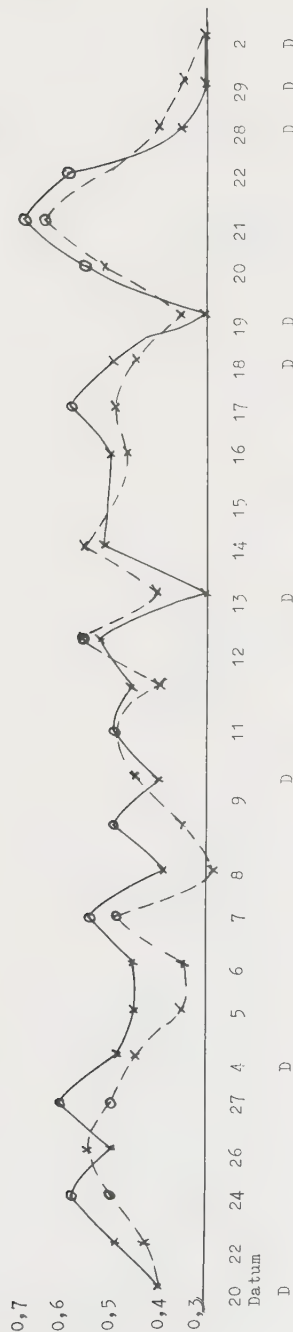
20.11.61 - 2.1.62

x Messung nach Ventilation

o Messung vor Ventilation

D Messung mit Dräger-Gasspürgerät

Diagramm 27



----- Gruppe I
----- Gruppe II

Diagramm 28

CO_2 % (Durchschnittswerte)

20.11.61 - 2.1.62



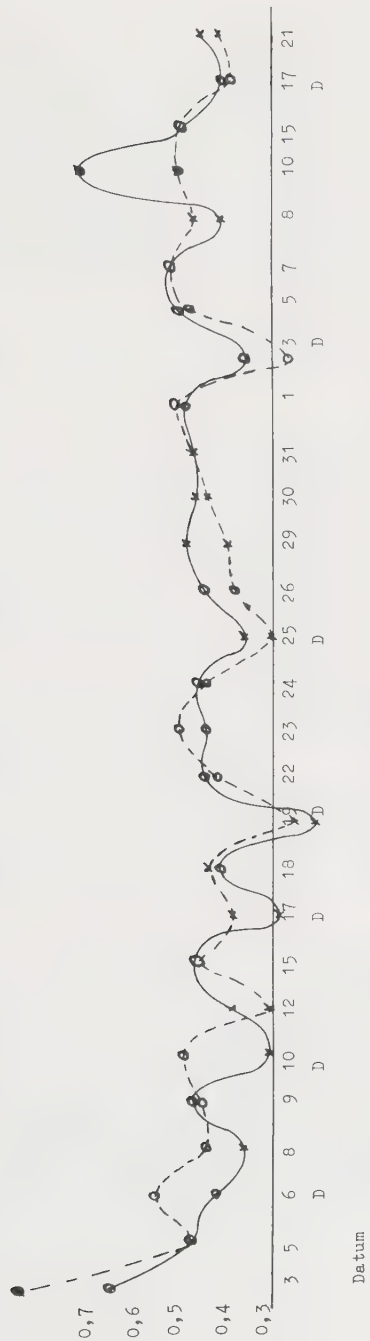
CO₂ % in d. Klimakammern

3.1. - 21.2.62

Diagramm 29

----- Gruppe I
 - - - - - Gruppe II

x Messung nach Ventilation
 o Messung vor Ventilation
 D = Messung mit Dräger-Gasspürgerät



Gruppe I
Gruppe II

Diagramm 30

CO₂ % (Durchschnittswerte)

3.1. - 21.2.52



e) NH₃-Gehalt der Stallluft

Es handelte sich hier darum festzustellen, ob der in der Literatur dem Sp. zugeschriebene wesentliche Einfluß auf das Stallklima, nämlich eine Verringerung des Ammoniakgehalts in der Luft, zu Recht besteht.

Die Schwankungen des NH₃-Gehalts in beiden Ställen sind in den Kurven der Diagramme 31 bis 34 dargestellt, und zwar sind die Direktwerte aus den Diagrammen 31 und 33, die Durchschnittswerte aus den Diagrammen 32 und 34 ersichtlich.

Es ergeben sich Werte - mit der unter Material und Methodik beschriebenen Pettenkofer-Methode gemessen - zwischen 1 und 2,9 mg NH₃ pro Liter Stallluft.

Die Ammoniakmessungen wurden, wie dies aus den Kurven ersichtlich ist, für beide Ställe entweder vor oder unmittelbar nach der halbstündlich einsetzenden Ventilation vorgenommen. Gemessen wurde bis zum 21.12. inkl. vormittags, unmittelbar vor dem Ausmisten bzw. vor dem Einstreuen von Sp., nachdem also das Sp. etwa 24 Stunden Zeit zur Einwirkung gehabt hatte. Es ergeben sich, vor der Ventilation gemessen, in dieser Zeit z. T. erheblich höhere Ammoniakwerte im Kontroll- gegenüber dem Versuchsstall, mit Unterschieden von 1,6 und 0,9 mg NH₃ pro Liter Stallluft.

Nach dem 21.12. erfolgten die Messungen regelmäßig in beiden Ställen nachmittags gegen 15 Uhr. Ausnahmen sind der 16. und 17.1., wo der NH₃-Gehalt nicht nachmittags, sondern vormittags 1/2 bzw. 1 Stunde nach dem Ausmisten und Einstreuen von Sp. gemessen wurde. Die an diesen beiden Tagen, nach der Ventilation erhaltenen Werte liegen zwischen 1,2 und 1,6 mg NH₃, mit für den Versuchsstall geringgradig höheren Ergebnissen.

In der Zeit der nachmittags, also nach 5 - 6stündiger Einwirkungszeit des Sp. vorgenommenen Messungen sind die vor, wie auch nach der Ventilation erhaltenen Werte in beiden Kammern annähernd gleich, oder auch diejenigen im Versuchsstall höher. Die am 18., 19. und 20.1. nach der Ventilation erhaltenen Werte mit Unterschieden im NH₃-Gehalt von rund 0,9 mg, wobei an zwei Tagen die im Kontrollstall gemessenen Werte höher liegen, in einem Fall die Verhältnisse sich umkehren, wurden ebenso wie die übrigen Ergebnisse für beide Ställe zur üblichen Zeit nachmittags festgestellt.

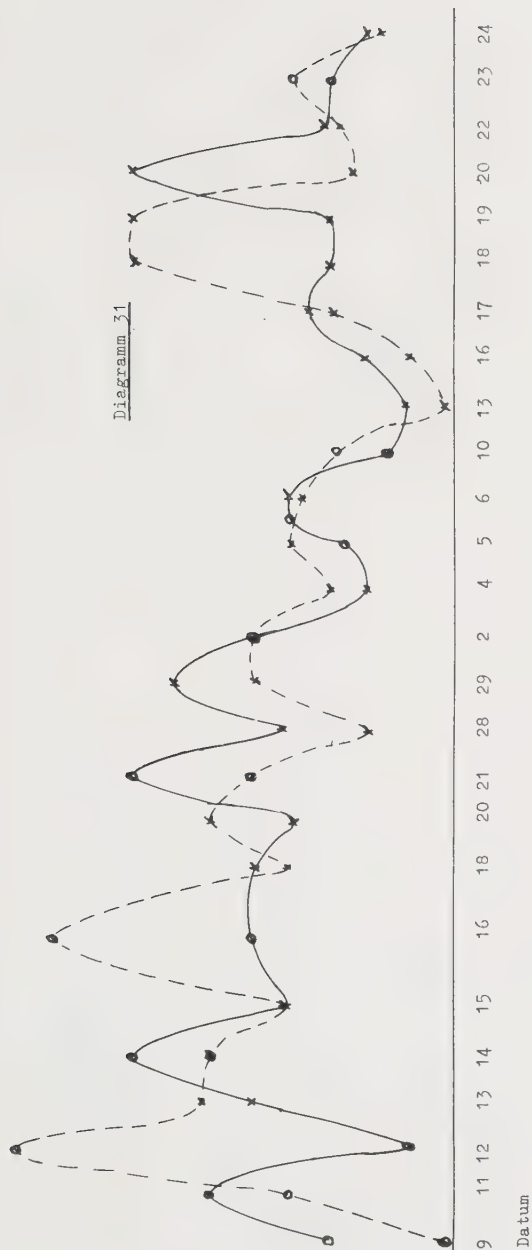
Es wird also aus diesen Messungen insgesamt deutlich, daß dem Sp. eine verringernde Wirkung auf den Ammoniakgehalt der Stallluft nicht abzusprechen ist, dies jedoch abhängig von der Einwirkungsdauer des Mittels auf den Stallmist. Eine Einwirkungszeit von 5 - 6 Stunden genügt offenbar nicht, die bakterielle Fäulnisbildung soweit fortschreiten zu lassen, daß der Einfluß des Sp. zur Geltung kommt.

Trotz dieser nicht in allen Fällen eindeutigen Ergebnisse der NH_3 -Messungen war während der ganzen Versuchsperiode im Versuchsstall nie der im Kontrollstall zeitweilig festgestellte stechende Geruch und Reiz auf die Schleimhäute zu spüren.

Es wäre in diesem Zusammenhang noch darauf hinzuweisen, daß Lagneau (27) es für notwendig hält, in Schweineställen die Sp.-Menge auf 500 bis 600 g pro Tier und Tag zu erhöhen.

3,0
2,8
2,6
2,4
2,2
2,0
1,8
1,6
1,4
1,2
1,0

Diagramm 31



Gruppe I

Gruppe II

x Messung nach Ventilation

o Messung vor Ventilation

NH₃ o/oo in d. Klimakammern

9.12.61 - 24.1.62

2,2
2,0
1,8
1,8
1,6
1,4
1,2
1,0

Diagramm 32

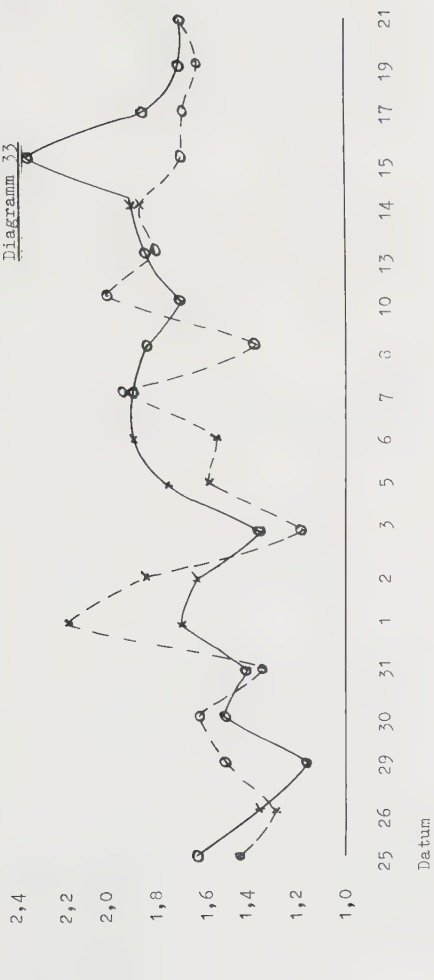


— Gruppe I
- - - Gruppe II

NH_3 o/oo (Durchschnittswerte)

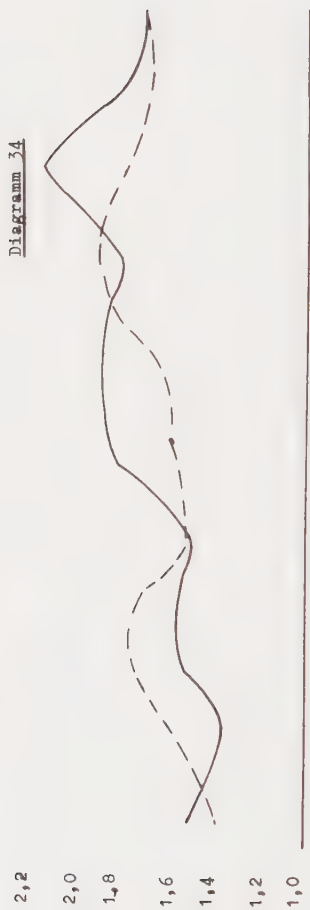
9.12. - 24.1.62

Diagramm 33



N H 3 o/oo in d. Klimakammern

25.1. - 21.2.62



N H ₃ o/oo (Durchschnittswerte)

25.1. - 21.2.62

3. Gewichtszunahmen und Futterverwertung

Bei einem positiven Einfluß der Sp-Einstreu auf das Stallklima und damit auch auf das Wohlbefinden der Tiere müßte sich diese Wirkung in Form einer besseren Futterverwertung und besserer Zunahmen in der Versuchsgruppe bemerkbar machen. Es war deshalb von wesentlichem Interesse, Zunahmen, Futterverbrauch sowie insbesondere als Maßstab der Leistung die Futterverwertung bei der Versuchs- und Kontrollgruppe festzustellen und zu vergleichen.

Die Zunahmen wurden durch wöchentliche individuelle Wägungen festgestellt. Der Futterverbrauch konnte wegen der Automatenfütterung nur in der Gesamtmenge für jede Gruppe erfaßt werden; diese Pauschalmenge wurde dann auf die Mastperiode von 97 Tagen umgerechnet und die Futterverwertung berechnet. Der Wasserverbrauch war wegen der Selbsttränken nicht feststellbar.

Die durchschnittlichen wöchentlichen Zunahmen bei den drei Gruppen: Gruppe I (mit Sp. -Einstreu), Gruppe II (Kontrolle) und Gruppe III (mit Sp. zur freien Aufnahme) sind aus den Diagrammen 35 und 36 ersichtlich.

Die insgesamt schlechten Zunahmen in der zweiten Woche sind als Nachwirkung des Stallwechsels erklärlich.

Aus den Diagrammen ist zeitweise ein z.T. erhebliches Abfallen der Gewichtszunahmen in der Gruppe III (mit Sp. -Beifütterung) ersichtlich.

Die Zunahmen der Versuchsgruppe liegen in den ersten 4 Versuchswochen um 40 - 80 g über den Werten der Kontrollgruppe. Diese Tatsache könnte auf eine anfängliche Beeinflussung des Wachstums durch Aufnahme von geringen Mengen Sp. zurückzuführen sein, nämlich wie man dies z.T. bei Beginn der Antibiotica-Beifütterung findet. Nach 4 Wochen ändert sich dieses Verhältnis zugunsten der Kontrollgruppe, deren Vorsprung mit einer Unterbrechung bis zur 11. Versuchswoche andauert und bis zu 120 g pro Woche beträgt. Nach diesem Zeitpunkt und bis zur 14. Woche, dem Ende des Versuchs, kehren sich die Verhältnisse dann wieder zugunsten der Versuchsgruppe um, wobei diese 50 - 120 g höhere wöchentliche Durchschnittszunahmen zu verzeichnen hat als die Kontrolle.

Wöchentliche Durchschnittszunahmen
in Gramm

Diagramm 35

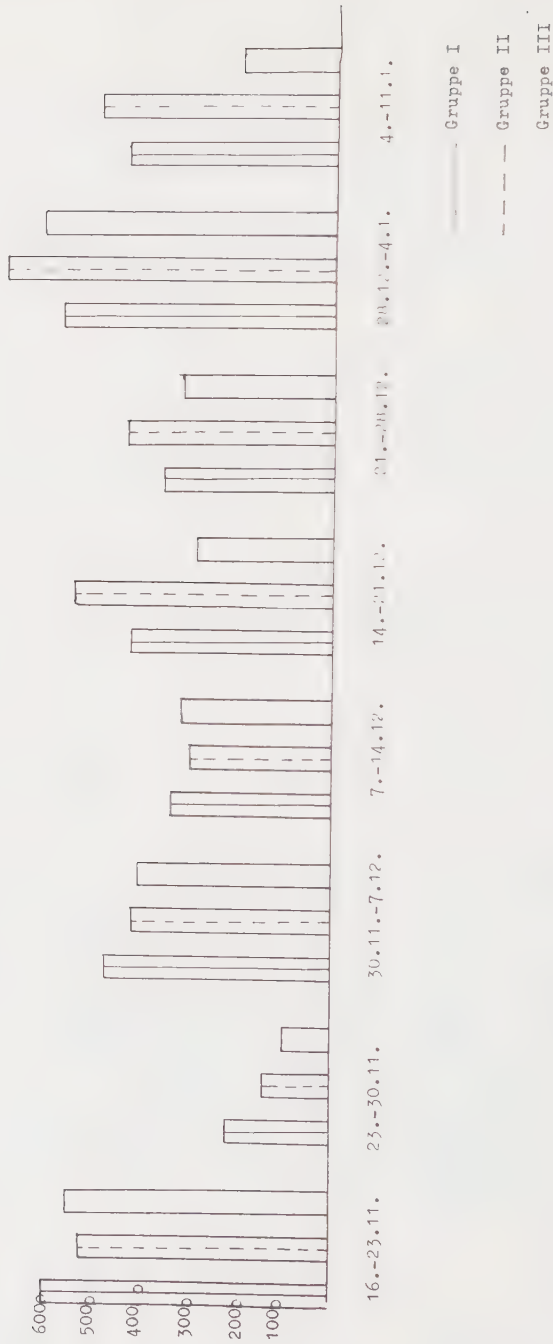
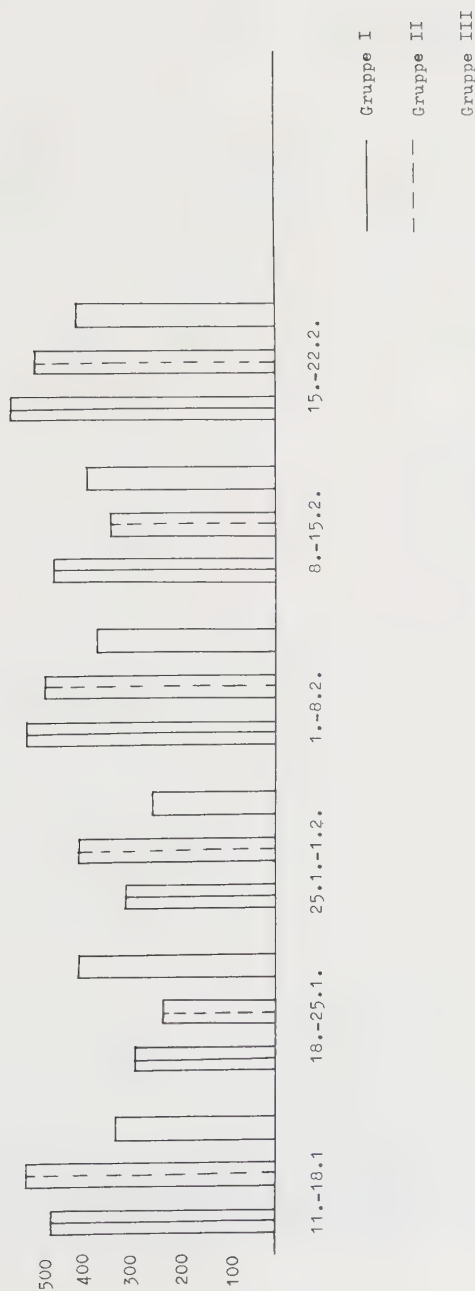


Diagramm 36

Wöchentliche Durchschnittszunahmen

in Gramm



Die Werte der Gesamtzunahmen und der Futterverwertung sind aus der Tabelle 1 zu ersehen.

Tabelle 1

	Gr. I		Gr. II		Gr. III	
Ges. Zunahmen	539,5	kg	545,5	kg	408	kg
Durchschn. tgl. Zunahmen	0,611	kg	0,618	kg:	0,462	kg
Ges. Futterver- brauch	2.700	kg	2.750	kg	2.400	kg
Durchschn. tgl. Futterverbr.	3,061	kg	3,117	kg	2,721	kg
Futterverwertung	5,009	kg	5,043	kg	5,889	kg
(kg Futter/I kg. Zunahme						

Es zeigen sich bei der Kontrollgruppe geringgradig bessere Gesamt- und Tageszunahmen, verbunden mit einem um 50 kg höheren Gesamtfutterverbrauch gegenüber der Versuchsgruppe. Die Futterverwertung, d.h. die Anzahl an kg Futter, die notwendig waren, um 1 kg Zunahme zu bewirken, ist demzufolge um 0,034 kg höher als bei der Versuchsgruppe. Diese Unterschiede sind aber so minimal, daß sich hieraus keine Schlüsse auf einen fördernden Einfluß des Sp. ziehen lassen. Zudem besteht hier eine Fehlerquelle bei der Erfassung der verbrauchten Futtermengen in Gestalt der nicht vermeidlichen Futterverluste durch Streuen aus den Automaten.

Die Futterverwertung insgesamt ist mit rund 5 kg erheblich schlechter als die in Mastprüfungsanstalten verlangten Werte von 3,65, die allerdings bei Einzelhaltung und zweimaliger Fütterung erzielt werden. Die hier ständig mögliche Aufnahme von Trockenfutter aus den Automaten mußte sich ungünstig auf die Futterverbrauch und -verwertung auswirken. Außerdem wirkten die hohen CO₂- und NH₃-Werte hemmend auf die täglichen Gewichtszunahmen. Kalich (21) stellte in einem Mastversuch in Klimakammern fest, daß sich bei einem von 0,2 auf 0,5 % erhöhten

CO₂-Gehalt die mittlere tägliche Gewichtszunahme von 0,786 auf 0,693 kg verringerte.

Die hier mitaufgeführten Ergebnisse der Zunahmen und Futterverwertung bei der Sp.-Fütterungsgruppe III können mit den Ergebnissen der beiden anderen Gruppen nicht verglichen werden, da in diesem Fall die Haltungsbedingungen von denjenigen der Gruppe I und Gruppe II abwichen. Es handelte sich um einen gegenüber den beiden Klimakammern schlechter isolierten Stall mit infolgedessen stärkeren Wärmeverlusten, der zudem einen um etwa 1 cbm größeren Rauminhalt hatte. Es ergaben sich hier starke Temperaturschwankungen mit Werten, die bis zu 10 °C unter denen der beiden anderen Kammern lagen.

4. Beeinflussung des Gesundheitszustandes der Tiere durch Superphosphat-Reifütterung

Es ist bekannt, daß Schweine alle möglichen fremden Stoffe gern aufnehmen. Deshalb ist es unvermeidlich, daß bei Einstreu von Sp. hiervon ein gewisser Teil durch die Tiere aufgeleckt wird.

Es sollte nun in diesem Versuch an der III. Gruppe mit 10 Schweinen festgestellt werden, wie sich die Aufnahme einer massiven Dosis Sp. auf Gesundheit und Leistung der Tiere auswirkt, besonders auch im Hinblick darauf, daß Sp. einen Fluorgehalt von etwa 1,6 % hat.

Deshalb bekam die Gruppe III täglich in einen zu diesem Zweck bereitgestellten Trog 500 g Sp. zur beliebigen Aufnahme. Es wurde hierzu das gleiche Präparat wie zu den Einstreuversuchen verwendet, also 18 %iger Stallsuper, und vom 18.12.61 bis 19.1.62 Sp. gekörnt in der gleichen Menge.

Diese Menge wurde in den ersten 14 Tagen vollständig und gierig aufgenommen, später blieben täglich 50 - 80 g im Trog zurück. Dies änderte sich, als am 18.12. statt feinem 18 %igem Stallsuper Sp. gekörnt verwendet wurde, das die Tiere wieder vollständig verzehrten. Ab 19.1., mit dem erneuten Übergang auf Sp. fein vermehrte sich die im Trog zurückgelassene Sp.-Menge bis auf 100 g pro Tag am Ende des Versuchs.

Das verwendete Sp. hatte laut Analyse der landwirtschaftlichen Untersuchungsanstalt Weißenstephan einen Fluorgehalt von 1,6 %. Es enthielten demnach 40 g Sp. 0,64 g Fluor. Diese Menge verteilt sich im Lau-

fe des Versuchs auf das Gewicht der Schweine so, daß zu Beginn des Versuchs etwa 0,912 g, am Ende etwa 0,957 g pro kg Körpergewicht der Tiere an Fluor aufgenommen wurde.

Die Konsistenz des Kotes der Versuchstiere war vor allem im Anfang des Versuchs z.T. breiig, später zementartig schwer, Durchfall bestand nicht.

Der durch Wirth (58) bei Hühnern, durch Kick, Bethke, Edington (24) bei Schweinen beobachtete erhöhte Wasserverbrauch konnte wegen der Selbsttränken hier nicht festgestellt werden.

Es zeigten sich keinerlei klinische Krankheitssymptome bei den mit Sp. gefütterten Tieren.

Wie in der Literatur erwähnt, liegt das Hauptaugenmerk bei Fluorschäden bei den Veränderungen der Knochen und Zähne. Grobsinnliche Veränderungen waren hier jedoch nicht festzustellen, auch nicht an den von Fleisch befreiten Kiefer- und Extremitätenknochen.

Eine Analyse des Fluorgehalts von Kieferknochen und Zähnen wurde bei zweien der mit Sp. gefütterten Schweine durch die landwirtschaftliche Untersuchungsanstalt Weihenstephan vorgenommen. Die Analyse ergab bei einem nach 5 Versuchswochen geschlachteten Tier einen Fluorgehalt der Kieferknochen von 19,35 mg %, der Zähne von 4,64 mg %. Nach 14 Versuchswochen hatte sich der Fluorgehalt bei einem anderen der Tiere auf 79,2 mg % in den Kieferknochen, bzw. 28,6 mg % in den Zähnen gesteigert.

Es ist in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, daß es in der Praxis bei Sp.-Einstreu nicht zur Aufnahme von derartig großen Sp.- und damit Fluormengen wie hier im Fütterungsversuch kommen kann.

5. In vitro-Versuche mit Superphosphat und Keimsuspensionen

Es sollte nun durch in vitro-Versuche festgestellt werden, ob bei hohen Sp.-Konzentrationen eine bakterizide Wirkung des Mittels gegenüber den NH_3 -bildenden Keimen sowie gegenüber der Darmbakterienflora besteht.

Um diese Versuche bei einigen im Kot vorkommenden Keimarten durchzuführen, benutzte ich in abgewandelter Form die im Literaturteil be-

schriebenen Methoden von Goret und Pilet (16). Ich verwandte hierzu die Bakteriensuspensionen und Sp.-Lösungen, deren Herstellungsweise unter "Material und Methodik" beschrieben wurde.

In zwei verschiedenen Versuchsanordnungen sollte die Sp.-Wirkung festgestellt werden.

a) Zugabe verschiedener Mengen Sp.-Lösung zu den Keimsuspensionen

In 10 Reagenzgläser mit je 5 ccm steriler Nährlösung wurden jeweils 0,25 ccm der zu untersuchenden Bakteriensuspension gegeben und hierzu aufsteigend 0, 0,1 usw. bis 0,9 ccm der 20 %igen Sp.-Lösung, so daß also im letzten Reagenzglas eine 2,94 %ige Konzentration von Sp. in Bouillon vorhanden war.

Nach 24 Stunden Bebrütung wurde dann von jedem Reagenzglas eine Öse auf die für die Keimart in Frage kommende Platte verimpft und nach weiteren 24 Stunden Bebrütung das Wachstum kontrolliert.

Ich benutzte zu diesem Versuch *P. vulgaris*, aus dem Kot von Schweinen der Gruppe I herausgezüchtet, *Bac. mesentericus* und *subtilis* aus Gruppe III, und *E. coli*, aus dem Kot von Tieren aller drei Gruppen stammend.

Es zeigte sich, daß in keinem Fall, auch nicht bei Zugabe von 0,9 ccm der 20 %igen Sp.-Lösung, die Bakterien nach 24 Stunden abgetötet waren. Dies war aus der Trübung der Bouillon, und einen Tag später aus dem Wachstum auf den beimpften Platten zu ersehen.

Das Sp. war schon nach kurzer Zeit als deutlich abgesetzter Saum auf dem Boden der Gläser zu erkennen.

Die Ergebnisse dieser Versuchsanordnung sind aus Tabelle 2 ersichtlich.

Tabelle 2

	E. coli	P. vulgaris	Bac. subtilis	Bac. mesentericus
0	+	+	+	+
0,1	+	+	+	+
0,2	+	+	+	+
0,3	+	+	+	+
0,4	+	+	+	+
0,5	+	+	+	+
0,6	+	+	+	+
0,7	+	+	+	+
0,8	+	+	+	+
0,9	+	+	+	+

Weniger eindeutig waren die Ergebnisse in einer zweiten, im folgenden beschriebenen Versuchsanordnung.

b) Verschieden lange Einwirkungsdauer der Sp. -Lösung auf die Keime

3 x 1 cm große, in Petrischalen im Autoklaven bei 120° sterilisierte Filterpapierstückchen wurden in die verschiedenen Bakteriensuspensionen gebracht, nach 20 Minuten wieder steril entnommen und darauf in die 20 bzw. 10 und 5 %igen Sp. -Lösungen gegeben.

Zur Kontrolle, ob eine eventuelle Wirkung nur durch das in der Sp. -Lösung saure Milieu zustande kommt, wurden die bakteriengetränkten Papierstückchen zugleich auch in Aqua dest. und in 0,85 %ige Kochsalzlösung, beides vom gleichen pH-Wert wie die Sp. -Lösung, gegeben. Die Kontrolle der pH-Werte bei den Sp. -Lösungen und Einstellung des pH-Wertes bei den Kochsalzlösungen geschah auf die vorher beschriebene Weise.

Die Papierstückchen blieben von 1/4 bis zu 5 und 24 Stunden in den betreffenden Lösungen, wurden diesen steril wieder entnommen - Zwischenwaschungen zur Entfernung eventueller Sp. -Reste unterblieben aufgrund der Ergebnisse aus der ersten Versuchsanordnung - und in Nährbouillon gegeben. Diese wurde 24 Stunden bebrütet, dann hiervon die entsprechenden Platten beimpft und nach weiteren 24 Stunden Bebrütung das Wachstum kontrolliert.

Die in der Tabelle 3 veranschaulichten Ergebnisse dieser Versuche zeigen eine völlige Unempfindlichkeit der Sporenbildner, von denen 6 verschiedene, nicht differenzierte Arten verwendet wurden, gegenüber allen hier benutzten Lösungen. Es ist aber dabei wesentlich zu bemerken, daß die verwendeten Keimsuspensionen nicht nur vegetative Formen, sondern auch Sporen enthielten, wie dies wiederholt an den gerade dem Brutschrank entnommenen Bouillonkulturen festgestellt wurde. Auch nach 24-stündigem Aufenthalt in Sp.-Lösung oder Aqua dest. war keine Abtötung dieser Keime festzustellen.

Bei *Proteus vulgaris* zeigte sich eine Abtötung der Keime nach 2 Stunden in 20 %iger, nach 2 1/2 Stunden in 10 %iger und nach 3 Stunden in 5 %iger Sp.-Lösung, wohingegen in der 0,85 %igen Kochsalzlösung mit pH 2,43 die Abtötung erst nach 4 1/2 Stunden erfolgt war. In Aqua dest. vom entsprechenden pH blieben die Keime nur eine Stunde lang am Leben.

E. coli war in 20 %iger Sp.-Lösung nach 4 Stunden abgetötet; es wurden in diesem Fall keine schwächer konzentrierten Sp.-Lösungen angewandt. In der 0,85 %igen Kochsalzlösung vom pH 2,43 war die Abtötung eine Stunde später, nach 5 Stunden, noch nicht erfolgt, wohl aber nach 24 Stunden. Dest. Wasser bewirkte eine Abtötung bereits nach 2 Stunden.

Tabelle 3

Verhalten der verschiedenen Keimarten in den einzelnen Lösungen

	$\frac{\text{SP, 20 \%}}{\text{pH 2, 43}}$			$\frac{\text{SP, 10 \%}}{\text{pH 2, 52}}$			$\frac{\text{SP, 5 \%}}{\text{pH 2, 65}}$			$\frac{\text{Aq. dest.}}{\text{pH 2, 43}}$			$\frac{\text{NaCl 0, 85 \%ig.}}{\text{pH 2, 43}}$		
	C	P	SP	C	P	SP	C	P	SP	C	P	SP	C	P	SP
1/4 h	+	+													
1 h		+	+						+	+	+		+	+	+
1 1/2 h		+	+	+			+	+		-	+		+	+	+
2 h	+	-	+		+		+	+		-	+		+	+	+
2 1/2 h	+	-	+	-			+	+		-	+		+	+	+
3 h	+	-	+				-	-		-	+		+	+	+
3 1/2 h	+	-	+				-	-		-	+		+	+	+
4 h	-		+							-	+		+	+	+
4 1/2 h	-		+							-	+		+	+	+
5 h	-									-			+		
24 h	-	-	+	-			-	-		-	+		-	-	+

C = *E. coli*,

P = *P. vulgaris*,

SP = Sporenbildner

Es ist also aus diesen Versuchen klar ersichtlich, daß der pH-Wert von 2,43 nicht der alleinige Faktor zur Abtötung der hier untersuchten Bakterienarten ist.

Insgesamt zeigt sich ein längeres Überleben der untersuchten Bakterienarten *E. coli* und *P. vulgaris* in konzentrierter Sp.-Lösung gegenüber destilliertem Wasser, wobei bei *P. vulgaris* die 20 %ige Sp.-Lösung ungünstiger auf das Wachstum der Keime einwirkte als die Lösungen von 10 und 5 %.

Es bleibt zu klären, wie stark der Einfluß einer Störung des osmotischen Gleichgewichts auf das Bakterienwachstum ist, da es sich hier einerseits um die hypotonische Lösung des sauren dest. Wassers, andererseits um die hypertonische Lösung der ebenfalls sauren konzentrierten Sp.-Lösung handelt.

IV. BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE

In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluss der Sp.-Einstreu auf das Stallklima, insbesondere auf den NH_3 - und Feuchtigkeitsgehalt der Stallluft geprüft. Außerdem wurde die Einwirkung von Sp. auf die Tiere bei Aufnahme von massiven Dosen per os beobachtet und schließlich durch in vitro-Versuche bei verschiedenen hohen Sp.-Konzentrationen die bakteriziden Eigenschaften des Mittels auf einige im Kot vorkommende Keime festgestellt.

Wie beschrieben, konnte in Klimakammern eine Verringerung des NH_3 -Gehalts der Stallluft durch das Sp. nicht in allen Messungen eindeutig bewiesen werden. Es zeigte sich, daß der NH_3 -Gehalt abhängig ist vom Zeitpunkt der Messung, d.h. davon, ob diese vor oder nach der halbstündlich einsetzenden Ventilation vorgenommen wurde. Außerdem war wesentlich, ob die Messung vor oder nach dem Ausmisten statt fand. Bei einigen der nach 24-stündiger Einwirkungszeit des Sp. im Versuchsstall vorgenommenen Messungen konnte ein gegenüber dem Kontrollstall erheblich verringerter NH_3 -Gehalt festgestellt werden mit Unterschieden bis zu 1,6 mg NH_3 pro Liter Stallluft, während eine nur 5-stündige Einwirkungszeit nicht genügte, um diese Wirkung des Sp. hervorzurufen. Möglicherweise würde der Sp.-Einfluß stärker in Erscheinung treten bei Anwendung der von Lagneau (27) zur Einstreu in Schweineställen für notwendig gehaltenen größeren Sp.-Mengen. Jedoch ist es an dieser Stelle wesentlich darauf hinzuweisen, daß während der ganzen Versuchszeit die Luft im Versuchsstall nicht den manchmal im Kontrollstall festgestellten beißenden, stechenden Geruch hatte. Ob dieser Reiz auf die Schleimhäute tatsächlich von Ammoniak verursacht wird, oder, wie Wirth (58) vermutet, von anderen organischen Stoffen, kann hier nicht entschieden werden.

In der Literatur befassen sich nur wenige Untersuchungen mit dem Einfluß des Sp. auf den Ammoniakgehalt in der Stallluft. Die Anzahl der Untersuchungen von Cotterill und Winter (7), die den NH_3 -Gehalt in Geflügelställen mit Kalk- und Sp.-Einstreu vergleichen, ist mit nur zwei Messungen zu gering, um beweisend für eine den NH_3 -Gehalt der Luft senkende Wirkung des Sp. zu sein.

Wirth (58) befaßt sich mit den zwischen 0,001 und 0,032 mg liegenden NH_3 -Werten in Hühnerställen. Der von diesem Autor festgestellte NH_3 -verringemde Einfluß des Sp. trat nur in einem Fall eindeutig in Erscheinung, während bei drei anderen Sp.-Einstreuversuchen schon die Anfangswerte der untersuchten Ställe verschieden waren, wodurch natürlich die Endresultate nicht untereinander verglichen werden können.

Die relative Luftfeuchtigkeit im Versuchs- und Kontrollstall wurde mit 2 unabhängig voneinander funktionierenden Methoden festgestellt. Bei jeder dieser Methoden ergaben sich zwischen den Klimakammern Unterschiede, die bei häufigen Überschneidungen der Kurven durchweg unter 5 % lagen. Diese sehr geringen Unterschiede sind aus dem unterschiedlichen momentanen Verhalten der Tiere und aus zeitweilig vorhandenen geringen Unterschieden im Gesamtgewicht der Gruppen, woraus die verschieden hohe Wasserdampfabgabe resultiert und auch durch Verspritzen des Trinkwassers aus den Selbsttränken, durchaus erklärlich. Also konnte eine Verringerung der relativen Luftfeuchtigkeit durch Sp.-Einstreu nicht festgestellt werden.

Wenig überzeugend sind auch die in der Literatur angegebenen Untersuchungsergebnisse zur Klärung dieser Frage. Die von Teichmann (55) mit Hilfe von Haarhygrometern erzielten Ergebnisse in Geflügel- und Schweineställen werden in Frage gestellt durch die Tatsache, daß im Stall die Fenster während des Versuches geöffnet waren. Es wurden außerdem, wie erwähnt, Haarhygrometer verwendet, deren Ergebnisse - zumal bei den zwischen den Ställen mit und ohne Sp.-Einstreu vorhandenen geringen Unterschieden von 2,1 und 4 % rel. Luftfeuchtigkeit - wegen der Grobheit der Methode nicht genügende Beweiskraft haben.

Auch die von Wirth (58) bei Hühnern erzielten Ergebnisse scheinen keine befriedigende Antwort auf die Frage nach dem positiven Einfluß des Sp. in puncto Luftfeuchtigkeit zu geben. Ein Versuch zeigte lediglich einen innerhalb der Fehlergrenze des hier verwendeten Haarhygrometers liegenden Gesamtunterschied von 0,2 % zugunsten des Versuchstalles. Zwei andere Einstreuversuche werden in ihren ebenfalls mit Haarhygrometern festgestellten Ergebnissen in Frage gestellt, und zwar in einem Fall durch die freie unkontrollierbare Lüftung, im anderen durch ungleich arbeitende Ventilatoren und nicht ganz gleich starke Besetzung in beiden Ställen.

Es wäre in diesem Zusammenhang auch darauf hinzuweisen, daß Fruhstorfer (14) die Verringerung der Luftfeuchtigkeit dem durch Senkung des pH-Wertes mürbenden Einfluß des Sp. auf die Streu zuschreibt. Die stärkere Wasseraufnahmefähigkeit der Streu würde dann eine trockene Stallluft zur Folge haben. Diese Frage wird bei dem hier beschriebenen Sp.-Einstreuversuch nicht geklärt, denn der Mist wurde 4 Wochen lang an jedem zweiten Tag, danach bis zum Verreckende täglich entfernt, so daß es in dieser kurzen Einwirkungszeit des täglich eingestreuten Sp. zu dem beschriebenen Einfluß auf die Streu und damit die Luftfeuchtigkeit nicht kommen konnte.

Für die Richtigkeit der Überlegung von Fruhstorfer spricht auch das in der Literatur erwähnte Versuchsergebnis von Wirth (58) über die Wasseraufnahmefähigkeit von Streu mit und ohne Sp.-Zusatz. Der Autor stellte durch Wägungen fest, daß eine Steigerung der Wasseraufnahmefähigkeit bei der mit Sp. versetzten Streuprobe für Geflügelställe erst nach 9 Tagen in Erscheinung tritt, zu einer Zeit also, wo in meinem Fall Einstreu und Sp.-Zusatz schon mehrfach gewechselt waren. Die Untersuchungen von Wirth (58) beziehen sich auf Hühnerställe mit nur zweimal jährlich gewechselter Tiefstreu, aber täglicher Sp.-Einstreu. Es ist nach dem vorher Gesagten durchaus möglich, daß unter diesen Verhältnissen das in den Stall eingestreute Sp. eine Verringerung der relativen Luftfeuchtigkeit verursacht, während dies in täglich ausgemisteten Schweineställen nicht der Fall ist.

Wie schon erwähnt, führte die Sp.-Beifütterung zu keinen klinischen Erscheinungen bei den Tieren.

Die Menge an Fluor, die pro kg Körpergewicht täglich von den Tieren aufgenommen wurde, übersteigt die in der Literatur angegebenen Werte bei weitem. So führen nach Kick, Bethke, Edington (24) bei Schweinen 0,035-0,52 mg Fluor pro kg Körpergewicht nach 6 - 24 Monaten zu chronischer Fluorose. Es wurden in unserem Fall 7 - 12 mg pro kg Körpergewicht aufgenommen, wobei es sich allerdings um einen kürzeren Zeitraum von nur 3 Monaten handelte. Wie erwähnt, erzeugten diese hohen Dosen von Fluor keine klinischen oder pathologisch-anatomischen Krankheitssymptome.

Ein Ansteigen des Fluorgehaltes in den Kieferknochen und Zähnen im Laufe des Versuchs zeigte sich deutlich aus den Ergebnissen der F-Analysen,

Jedoch entsprach die in den Knochen festgestellte F-Menge nicht den von Cohrs (5) für eine Fluorose benannten Werten von 0,35 - 0,44 % F., sondern lag mit 0,019 - 0,079 % etwa in der Größenordnung des bei Kick, Bethke, Edington (24) als annähernd normal bezeichneten F-Gehalts der Knochen von 0,039 %. Es handelte sich hier um einen Fütterungsversuch mit absichtlich hoch bemessenen Sp. - und damit Fluor-Dosen, während bei Sp.-Einstreu in der Praxis solche Mengen nicht aufgenommen werden können. Hieraus wäre zu folgern, daß bei der Verwendung von Sp. in Schweineställen keine Gefahr einer Fluorvergiftung besteht.

Bei der Durchführung von in vitro-Versuchen zur Feststellung der bakteriziden Wirkung von hohen Sp.-Konzentrationen richtete ich mich, wie erwähnt, nach einer abgewandelten Form der von Goret und Pilet (16) angewandten Methoden. Diese Autoren führten meines Wissens als einzige derartige Versuche durch. Meine Ergebnisse können allerdings nicht mit den von den genannten Autoren erzielten Resultaten verglichen werden, da ich es unterließ, die Reagenzgläser nach Zugabe der Bakteriensuspension und der Sp.-Lösung mit physiologischer Kochsalzlösung auf 5 ccm aufzufüllen, was eine in allen Gläsern höhere Sp.-Konzentration zur Folge hatte.

Die Ergebnisse mit bakteriengetränkten Papierstreifen bei verschieden langer Einwirkungszeit von Sp. und Kontrollösungen auf die Keime ergaben Folgendes:

In 20 %iger Sp.-Lösung vom pH 2,43 war *E. coli* nach 4 Stunden, *p. vulgaris* nach 2 Stunden abgetötet.

In 10 %iger Sp.-Lösung, pH 2,52 war *P. vulgaris* nach 2 1/2 Stunden, in 5 %iger Lösung vom pH 2,65 nach 3 Stunden abgetötet.

In Aqua dest. vom pH 2,43 war *E. coli* nach 2 Stunden, *P. vulgaris* nach 1 1/2 Stunden abgetötet.

In 0,85 %iger Kochsalzlösung vom pH 2,43 war *E. coli* nach 24 Stunden, *P. vulgaris* nach 4 1/2 Stunden abgetötet.

Die untersuchten Sporenbildner überlebten in allen Fällen und bei allen benutzten Lösungen eine 24-stündige Einwirkungsdauer. Die einzige von den genannten Autoren und von mir auf diese Weise untersuchte Keimart war *E. coli*. Im übrigen wurde von Goret und Pilet *Micrococcus pyogenes*, *Streptococcus pyogenes*, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *Pasteurella*

multocida, Salmonella pullorum, Pseudomonas aeruginosa untersucht. Es zeigte sich hier, im Gegensatz zu meinen bei P. vulgaris und E. coli gemachten Erfahrungen ein früheres Absterben der Keime in 20 %iger Sp.-Lösung gegenüber dest. Wasser vom gleichen pH-Wert, während gegenüber 0,85 %iger Kochsalzlösung vom entsprechenden pH-Wert in beiden Fällen die geringste Empfindlichkeit festgestellt wurde.

So überlebte bei den französischen Untersuchungen z.B. Micrococcus pyogenes die Einwirkung einer 20 %igen Sp.-Lösung von 1/4 Std., bei dest. Wasser von 1 Std. und bei 0,85 %iger Kochsalzlösung von 5 Std. Allerdings konnte ich auch in saurer 0,85 %igen Kochsalzlösung kein Überleben von E. coli über 24 Stunden feststellen.

Ursache für diese Unterschiede ist möglicherweise der bei den Untersuchungen verschiedene pH-Wert der 20 %igen Sp.-Lösung und damit auch der Vergleichslösungen aus dest. Wasser und 0,85 %iger Kochsalzlösung, der bei den französischen Untersuchungen bei 3 und in meinem Falle bei 2,43 lag.

Übereinstimmend sind jedoch die Ergebnisse darin, daß die Keime in 0,85 %iger Kochsalzlösung länger als in der entsprechend sauren 20 %igen Sp.-Lösung überleben. So kann also die Rolle des pH-Wertes bei der Abtötung von Bakterien nicht als ausschlaggebend angesehen werden.

Es ist zu berücksichtigen, daß unter praktischen Verhältnissen bei Sp.-Einstreu im Stall die hier im Versuch angewandten hohen Sp.-Konzentrationen nicht erreicht werden, so daß also höchstens eine das Bakterienwachstum hemmende Wirkung zu erwarten ist.

V. ZUSAMMENFASSUNG

1. Um den Einfluß der Sp.-Einstreu auf das Stallklima zu prüfen, wurden an 2 Gruppen von je 10 deutschen veredelten Landschweinen über eine Mastperiode von 97 Tagen Einstreuversuche vorgenommen, und zwar wurden im Versuchsstall täglich morgens nach dem Ausmisten 100 g 18 %iges Superphosphat pro qm Stallfläche gleichmäßig verteilt, während der Kontrollstall ohne Sp.-Einstreu blieb.

2. Das Anfangsgesamtgewicht der Tiere in Gruppe I (Versuchsgruppe) stimmte mit dem der Gruppe II (Kontrolle) überein. Somit war auch die Kohlendioxyd-, Wasserdampf- und Wärmeproduktion beider Gruppen gleich. Da außerdem die Größe des Luftraums, die Wärmedämmung sowie Lüftungsintensität in beiden Klimakammern gleich waren, konnte in der Versuchsgruppe der Einfluß des Sp.-Einstreu auf das Stallklima exakt geprüft werden.

3. Die Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit im Versuchs- und Kontrollstall wurden alle 2 Minuten elektrisch registriert, außerdem zweimal täglich mit dem Hygrophil-Gerät festgestellt. Die Temperatur im Versuchsstall wurde außerdem zum Vergleich mit einem Thermographen registriert. Der CO_2 - und NH_3 -Gehalt der Luft beider Kammern wurde in täglichen Messungen nach Pettenkofer ermittelt.

4. Die Kurven aus den Temperaturwerten beider Kammern zeigen bei häufigen Überschneidungen während des ganzen Versuchs eine 1 bis höchstens 2 ° C hohe Differenz zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe. Diese geringen Unterschiede sind auf das momentane Verhalten der Tiere zurückzuführen, und die Temperatur beider Kammern kann somit als gleich hoch bezeichnet werden.

5. Die Werte der relativen Luftfeuchtigkeit zeigen geringe, zumeist unter 5 % liegende Differenzen zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe bei ebenfalls häufigen Überschneidungen der Kurven. Es ist hieraus zu folgern, daß das Sp. keinen Einfluß auf die rel. Luftfeuchtigkeit im Versuchsstall ausübte.

6. Die während des Versuchs in beiden Kammern festgestellten CO_2 -Werte schwanken zwischen 0,3 und 0,7 %. Es zeigen sich keinerlei größere oder über längere Zeit andauernde Unterschiede im Kohlendioxydgehalt beider Kammern.

7. Die Messung des Ammoniakgehalts der Stallluft in der Versuchsgruppe ergab gegenüber der Kontrollgruppe bis zu 1,6 mg pro Liter niedrigere Werte, abhängig von der Zeit der Messung, wenn die Messung 24 Stunden nach dem Einstreuen und vor der Ventilation vorgenommen wurde.

8. Die Prüfung der täglichen Zunahmen der Versuchs- und Kontrollgruppe zeigt bis zur 4. Woche höhere tägliche Zunahmen der Versuchs- gegenüber der Kontrollgruppe. Im weiteren Verlauf waren mittlere tägliche Zunahmen sowie Futterverwertung im Endeffekt gleich.

9. Um die eventuelle Fluor-Vergiftung der Schweine durch Sp. -Aufnahme (1,6 % Fluorgehalt!) zu prüfen, wurde an 10 Schweine während der ganzen Versuchsperiode von 3 Monaten täglich 0,5 kg Sp. verfüttert. Während des ganzen Versuchs konnten keine klinischen Krankheitssymptome festgestellt werden. Ein nach 5 Wochen geschlachtetes und auf den Fluor-gehalt der Knochen und Zähne untersuchtes Tier ergab in den Zähnen 4,64 und in den Kieferknochen 19,65 mg % Fluor. Ein zweites nach 10 Wochen geschlachtetes und untersuchtes Tier ergab in den Zähnen 28,6, in den Kieferknochen 79,2 mg % Fluor. Es ist jedoch in der Praxis bei Sp. -Einstreu ausgeschlossen, daß derartige hohe Sp. -Mengen aufgenommen werden.

10. Die Prüfung der Wirkung von verschiedenen Sp. -Lösungen auf einige NH_3 -bildende Keime sowie Darmbakterien mit Hilfe von keimgetränkten Papierstreifen ergab Folgendes:

In der 20 %igen Sp. -Lösung (pH 2,48) wurde *P. vulgaris* in 2 Stunden und *E. coli* in 4 Stunden abgetötet. Die untersuchten apathogenen Sporenbildner überlebten eine 24stündige Einwirkungszeit. In 10 %iger Sp. -Lösung (pH 2,52) war *P. vulgaris* nach 2 1/2 Stunden, in 5 %iger Lösung nach 3 Stunden abgetötet. Da unter praktischen Verhältnissen bei der Sp. -Einstreu aber diese Konzentrationen des Mittels nie erreicht werden, ist höchstens mit einer Wachstumshemmung, nicht aber mit einer Abtötung der Keime am Stallboden zu rechnen.

11. Die Versuche haben gezeigt, daß die Einstreu von Sp. zur Verbesserung des Stallklimas beitragen kann.

VI. LITERATURVERZEICHNIS

1. Björn-Anderson, H. The Loss of Nitrogene in Liquid Manure and its Prevention by Means of Superphosphate (1905) Zit. n. Midgley u. Weise (33)
2. Bobke, J. D. Verträglichkeitsversuche mit Superphosphat an Rindern.
Vet.med.Diss. Hannover, 1958
3. Bryan, C.S.
Andrews, F.A. Does Hydrated Lime or 20 % Superphosphate kill any Bacteria when used in the Dairy-Barn? (1934)
Zit. n. Métivier (31)
4. Chancrin. E. Assimilabilité comparée de divers engrais phosphate.
L'Engrais, Lille 53, (1938): 217
Ref. in Superphosphate 11 (1938): 239
5. Cohrs, P. Zur pathologischen Anatomie und Pathogenese der chronischen Fluorvergiftung beim Rind.
Dtsch. tierärztl. Wschr. 49
(1941): 349
6. Collison, R.C.
Conn, H.J. Fermentation and Preservation of Manure, II. A Study of certain Preservatives and their Effect on the Fertilizing Value of Manure (1922)
Zit. n. Midgley u. Weiser (33)
7. Cotterill, O.J.
Winter, A.R. Some Nitrogene-Studies of built-up Litter. Poultry-Science 32 (1953): 365
8. Dammann, C.
Mannegold, O. Vergiftungen durch Fluor-haltigen, phosphorsauerem Futterkalk. (1904)
Zit. n. Bobke (2)

9. Deißmann, W. Jauche mit Superphosphat - ein wertvolles
Düngemittel?
Sonderdruck aus: Chemie und Technik der
Landwirtschaft, Heft 3 und 4 (1954)
10. Dörr, R. Lagerungsversuche mit Langstroh- und Häcksel-
misten sowie Versuche mit Zumischung von
Sp. während der Rotte (1954)
Zit. n. Rauhe u. Hesse (40)
11. Ehrlich, C. Beobachtungen und Untersuchungen über chron.
Fluorvergiftungen bei Rindern.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 61 (1954): 225
12. Ehrlich, C.
Balks, R. Über Fluor-Vergiftungen bei Rindern und ihren
Nachweis durch tierärztliche chemische Unter-
suchungen.
Kali-Briefe, Fachgebiet 13, 5. Folge Nov. 1961
13. Fruhstorfer, A. Neuere Erkenntnisse über die Vorteile von
Superphosphat als Stalleinstreu.
Vortrag, gehalten auf d. Mitgl.-Vers. des
Vereins Deutscher Düngemittelfabrikanten,
Hamburg, 5.12.1958
14. Fruhstorfer, A. Die landwirtschaftl. Versuchsstation Annen-Hof,
Aufbau und Forschungstätigkeit. 100 Jahre Super-
phosphat, Verein dtsh. Düngemittel-Fabrika-
nten, Hamburg (1955): 47
15. Gabriel, A. Versuche betr. Erhaltung des Stickstoffs in der
Jauche durch Zusatz von Sp.
Sonderdruck aus: Bodenkunde und Pflanzen-
ernährung, 12 (1939): 308
16. Goret, P.
Pilet, Ch. Activité bactériostatique et bactéricide du
superphosphate de chaux.
Recueil de Médecine Vétérinaire de
l'Ecole d'Alfort, Paris, 1957

17. Grant, S.B. Diuretic Action of NaF. (1932)
Gottlieb, L. Zit. n. Kick, Bethke, Edington (24)
18. Hill, W.L. Superphosphat, der führende Handelsdünger.
Hendricks, S.B. The Fertilizer-Review II Nr. 1 (1936),
2. Ref. in: Superphosphate, 9 (1936): 169
19. Hupka, E. Gehäuftes Auftreten von Osteomalazie unter
Luy, P. Weiderindern, verursacht durch Fluorwasser-
stoff enthaltenden Fabrikrauch. (1929),
zit. n. Bobke (2)
20. Immendorf, H. Über Stallmist-Bewahrung (Konservierung)
mit chemischen Mitteln (1903)
zit. n. Midgley u. Weiser (33)
21. Kalich, J. Der Einfluß einiger Umweltfaktoren auf die
Winter- und Sommermast der Schweine.
Sonderdruck aus: Mitteilungen für Tierhal-
tung, Heft 72, (1961)
22. Kekulé, A. Faksimile, Ausarbeitung der Vorlesung von
Liebig über Experimentalchemie (1848)
Wiedergegeben in: Superphosphate, 1 (1928):
113
23. Keller, H. Vergleichende Gefäßversuche mit Superphosphat,
Kalkphosphat "Austria" und Thomasmehl.
D. Landeskultur, Wien 4, Nr. 11 (1937)
209. Ref. in: Superphosphate, 11 (1938): 171
24. Kick, C.H. Effect of Fluorine on the Nutrition of Swine,
Bethke, R.M. with special Reference to Bone- and Tooth-
Edington, B.H. Composition,
J. Agric. Research, 46 (1933): 1023
25. Klimmer, M. Gesundheitspflege der landwirtschaftlichen
Nutztiere.
Verlag Parey. Berlin 1924

26. Kreybig, L. Vergärung von Stallmist mit Phosphaten.
(1919 - 1948) Zusammenfassung Verein
Deutscher Düngemittel-Fabrikanten,
Hamburg, 21.5.1954
27. Lagneau Bakteriostatische Wirkung d. Superphosphats,
seine Rückwirkungen auf den Gesundheits-
zustand der Tiere.
Übersetzung aus "Revue d'Elevage",
Verein dtsh. Düngemittel-Fabrikanten,
Hamburg, 29.10.1957
28. Landwirtschaftskammer Superphosphat-Einstreu im Stall.
Hannover Versuchsbericht Erntejahr 1954
29. Maisel, H. Stallsuper. Die Superphosphat-Einstreu
im Urteil von Wissenschaft und Praxis.
Allgäuer Bauernblatt 30 (1962), Nr. 15
30. Maisel, H. Superphosphat-Einstreu in Jauche,
Gülle und Stallmist.
Sonderdruck aus "Landwirtschaftl. Wochen-
blatt, München, Nr. 16 (1953)
31. Métivier, S. Mélange du Superphosphate aux Litières pour
améliorer l'état sanitaire du bétail.
Bulletin de Documentation de l'ISMA
(International Superphosphate Manufacturers'
Association) Nr. 25 (1958): 50
32. Métivier, S. Bakterienkrankheiten beim Vieh und Sp.
Société du Superphosphate, Paris 8^e
Av. F.D. Roosevelt. 1958
33. Midgley, A.R. Der konservierende Einfluß des Sp. auf d.
Weiser, V.L. Stickstoffgehalt in Rindermist,
Vermont Agric. Exper. Station, USA,
Bull. 419 (Apr. 1937) Ref. in:
Superphosphate, 12 (1939): 12

42. Renz, F. Ergebnisse und Erkenntnisse aus unserem 10-jährigen Versuch "Superphosphat-Einstreu in die Gülle".
Sonderdruck aus: Allgäuer Bauernblatt, 27 (1959), Nr. 48
43. Rietzler, J. Vergleichende Kohlensäuremessungen nach Pettenkofer und mit dem Dräger'schen Gas-spürgerät.
Vet. med. Diss., München 1958
44. Roholm, K. Fluorschädigungen. Joh. Ambrosius Barth Verlag, Leipzig (1937)
45. Rolle, M. Veterinärhygiene.
Vervielfältigtes Manuskript, München 1949
46. Schmitt, L. Vom Wesen und Wirken des Superphosphats im Lichte seines 100-jährigen Daseins.
100 Jahre Superphosphat, Verein dtsh. Düngemittel-Fabrikanten, Hamburg 1955, 5
47. Schmitt, L.
Jungermann, K. Über Aufnahme und pflanzenphysiologische Wirkung d. Phosphorsäure verschiedener Phosphate.
Sonderdruck aus: Landwirtschaftl. Forschung 6 (1954) Nr. 3
48. Schneider, J.
Stroh, G. Experimentelle Untersuchungen und Beobach-tungen in d. Kunstdüngerfrage (1906)
Zit. n. Bobke (2)
49. Slipher, J.A. The Management of Manure in Barn and Field. (1935)
Zit. n. Midgley u. Weiser (33)
50. Speter, M. Gotthold Escher in Brünn, ein unbekannter Superphosphat-Vorläufer J. Liebigs.
Superphosphate 7 (1934): 207

51. Stahl, W.
Wittrock, G. Einfluß der Stalltemperatur auf den Mast-
erfolg im Schweinestall. (1939)
Zit. n. Kalich (21)
52. Stietenroth, K. Hygienische und wärmewirtschaftliche Forde-
rungen beim Stallbau und Stallbetrieb. (1934)
Zit. n. Rietzler (43)
53. Stradaoli, G. Düngerkomposition aus Stalldung und Super-
phosphat. (1951)
Zit. n. Rauhe u. Hesse (40)
54. Superphosphat-Industrie. Superphosphat-Fibel
Landwirtschaftl. Abt.
Hamburg I, Raboisen 5
55. Teichmann, W. Versuche mit Superphosphat-Stalleinstreu.
Sonderdruck aus: Deutsche Landwirtschaftl.
Presse, 84. Jahrgang, Nr. 8,
Verlag Parey, 25.2.1961
56. Trömel, G. Die chemische und technische Herstellung
von Phosphor-Düngemitteln.
Tellusverlag, Essen (1953)
57. Wiesner, G. Hygiene in Rinder- und Schweinestallungen
des Kraichgaues.
Vet.med. Diss., München (1961)
58. Wirth, H. Untersuchungen über die Anwendungsmöglich-
keit von Sp. in Geflügelställen zur Verbesse-
rung von Dauerstreu und Stallluft.
Agr. Diss., Kiel (1961)
59. Wöhlbier, W.
Kirchgeßner, M.
Schneider, W. Der Einfluß verschiedener Lufttemperaturen
auf die Gewichtszunahme und Futterverwertung
von Schweinen bei der Getreideschnellmast.
(1958)
Zit. n. Kalich (21)

60. Zimmerley, H. H. The Effects of heavy Applications of Phosphorus
on the Interrelation of Soil-Reaction, Growth
and Partial Chemical Composition of Lettuce,
Beets, Carrots and Snap-Beans. (1930)
Virg. Truck Exper. Station. Bull. 73
(1.10.1930).
Ref. in Superphosphate 7 (1934): 191.

Am Schluß meiner Arbeit möchte ich Herrn
Prof. Dr. Kalich am Tierhygiene-Institut
sehr herzlich für die Überlassung des Themas,
die Bereitstellung der Klimakammern und die
jederzeit freundliche Unterstützung danken.

LEBENS LAUF

Am 19.6.1935 wurde ich, Sigrid v. Waldthausen, als Tochter des Landwirts Gottfried v. Waldthausen und seiner Frau Marianne, geb. Heye, in Kassel geboren. Ich besuchte die Volksschule in Pfaffenhausen, Krs. Fritzlar-Homberg.

1946, nach dem Tod meines Vaters, zogen wir in die Nähe von Neuß am Rhein, wo ich von Ostern 1947 bis zu meinem Abitur im Frühjahr 1955 das neusprachliche Mädchengymnasium Marienberg besuchte.

Nach einem halben Jahr an einer Sprachenschule in London und einem dreisemestrigen Studium der Zoologie in Bonn und Freiburg i.B. begann ich im Sommer 1957 mit dem Studium der Veterinärmedizin in München, wo ich im Sommer 1961 das Staatsexamen ablegte.

